



# Le sélectionneur et l'entomologiste confrontés aux plantes GM

**P. J. Silvie**

IRD/CIRAD

**SupAgro 31 Octobre 2012**

**Module Biotechnologies**

Spécialisation « Amélioration des plantes et Ingénierie végétale Méditerranéennes et Tropicales »

# Vos questions sur les OGM

Quid du **transfert de gènes**, à la fois aux niveaux intra- et interspécifiques?

**Avenir des OGM** (seconde et troisième générations) compte-tenu: (1) des oppositions aux OGM en général (2) d'une rentabilité moindre pour les entreprises capables de les développer à grande échelle (pas d'intrants associés)?

Les OGM peuvent ils être une réponse à **l'érosion de la biodiversité**?

**Co-existence** avec une agriculture basée sur un réseau de type « semences paysannes »?

# Pierre J. Silvie

## *Position actuelle*

Entomologiste (coton, en nymphose vers céréales), Chargé de recherche IRD, basé à Montpellier, mis à disposition du CIRAD (depuis 1985). Expert ANSES (CES « Santé des végétaux »).



## *Expérience*

Lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier (Tchad -1984-, Togo, Bénin, Paraguay, Brésil - retour France 2009).



## *Formation initiale*

Doctorat en entomologie, spécialité agricole (Paris XI, 1983)



Institut de recherche  
pour le développement

# Sommaire

Introduction: les OGM dans le monde (Elsa Ballini)

**Le sélectionneur**

**L'entomologiste**

**Une confrontation inéluctable dans le monde des Suds ?**

**Conclusions**



# Sommaire

## ***Case study:* le coton GM dans le monde et en Afrique**

Le sélectionneur

L'entomologiste

Une confrontation inéluctable dans le monde des Suds ?

Conclusions

Base de données OGM: <http://www.compass-gmo.org/eng/gmo/db>  
(plateforme issue du projet européen GMO COMPASS)

# Le cotonnier est cultivé principalement pour la fibre



**Coton-graine =**  
graine + fibre

# Des acariens, des insectes et des dégâts importants

*Agallia albidula*



*Spodoptera* spp.



*Anthonomus grandis*



*Pectinophora  
gossypiella*



*Spodoptera  
frugiperda*



Dégâts de  
*Alabama  
argillacea*



*Bemisia tabaci*



*Heliothis  
virescens*



*Alabama argillacea*



# Quelle importance économique ?

Non traité



Traité



TOGO



# Quelle importance économique ?

Dégâts d'anthronome (*A. grandis*, Curculionidae)

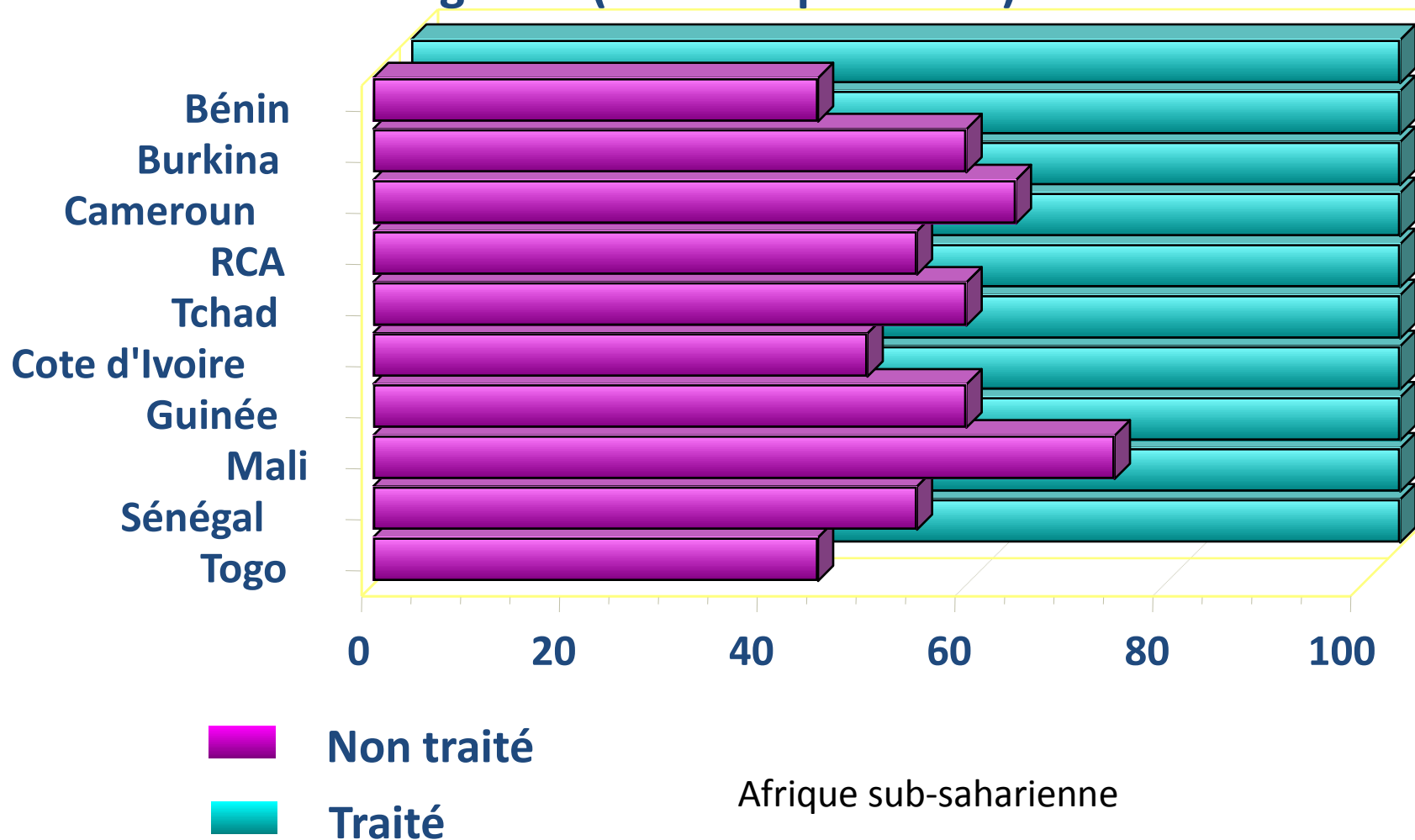


Source: W. J. dos Santos, IAPAR

BRÉSIL

# Des pertes de production de coton-graine importantes

Production de Coton-graine (en % du potentiel)





# Le recours à la protection chimique...



**80 -120 litres  
bouillie  
insecticide/ha**



**1- 10 litres/ha**

**...dans la plupart des situations de cultures**

**100 -200 litres/ha**

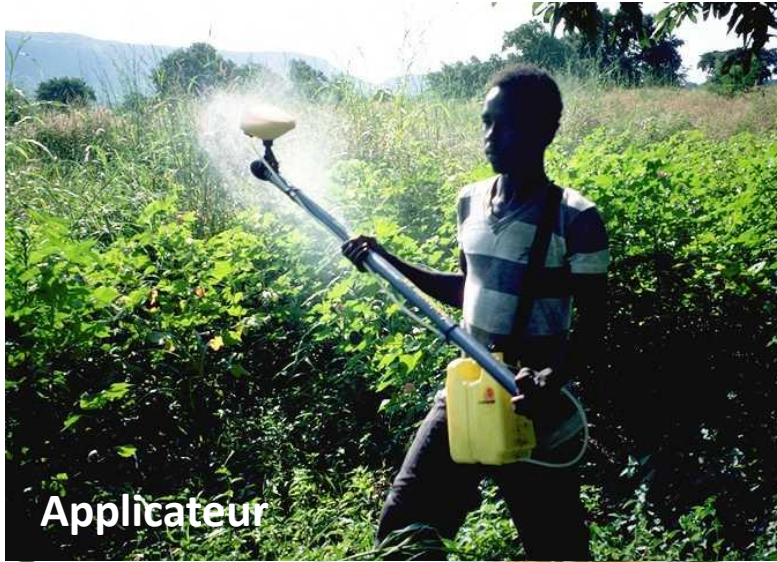
BRÉSIL



**20 litres/ha**



# Conséquences sur la santé et l'environnement



Applicateur



Mato Grosso, Brésil

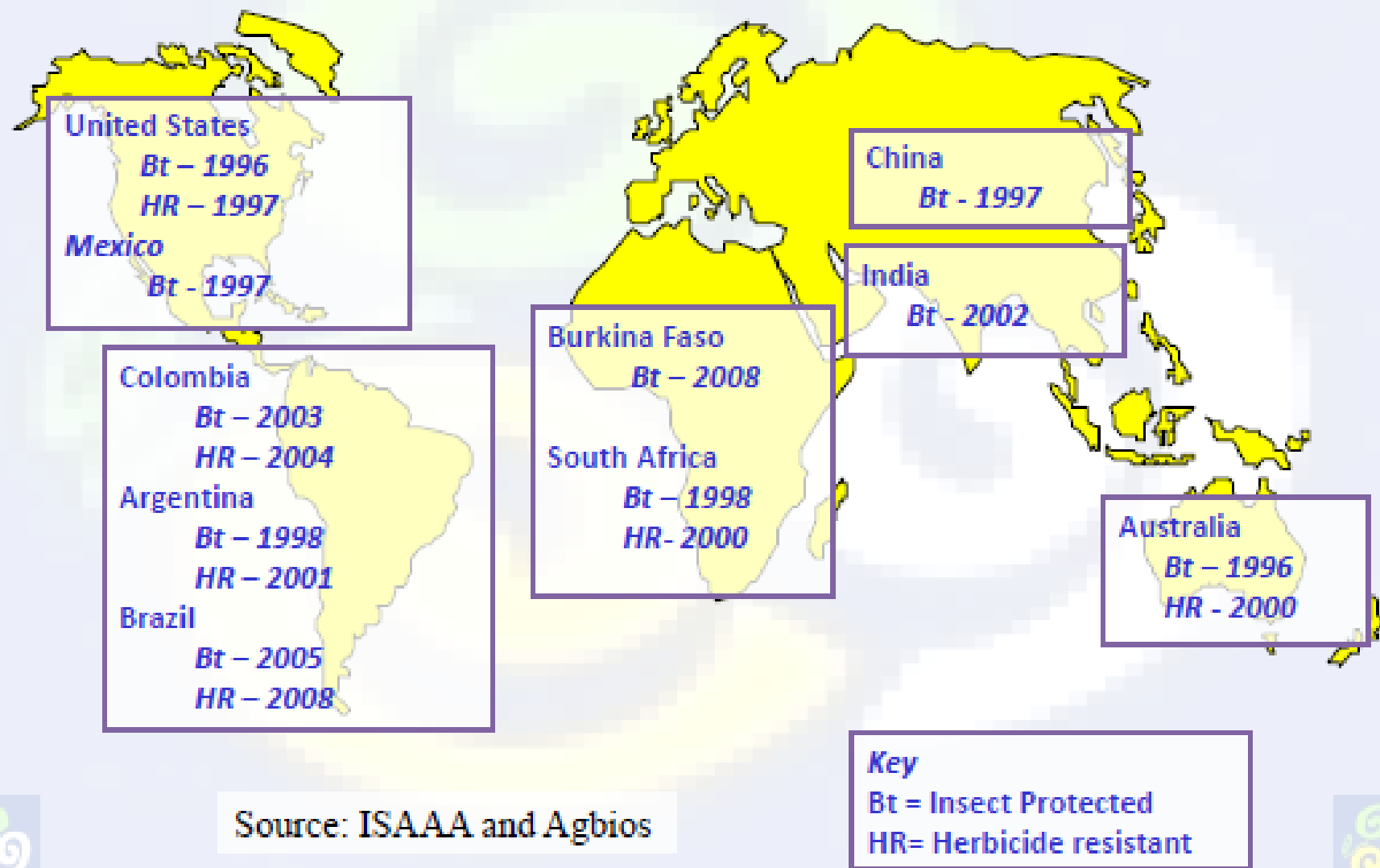


Pollinisateur



Afrique sub-saharienne

# Global Adoption of Biotechnology Traits in Cotton



(Source: Vaughn, Congrès Coton Brésil, 16-09-2009)

# Sommaire

Introduction: les OGM dans le monde

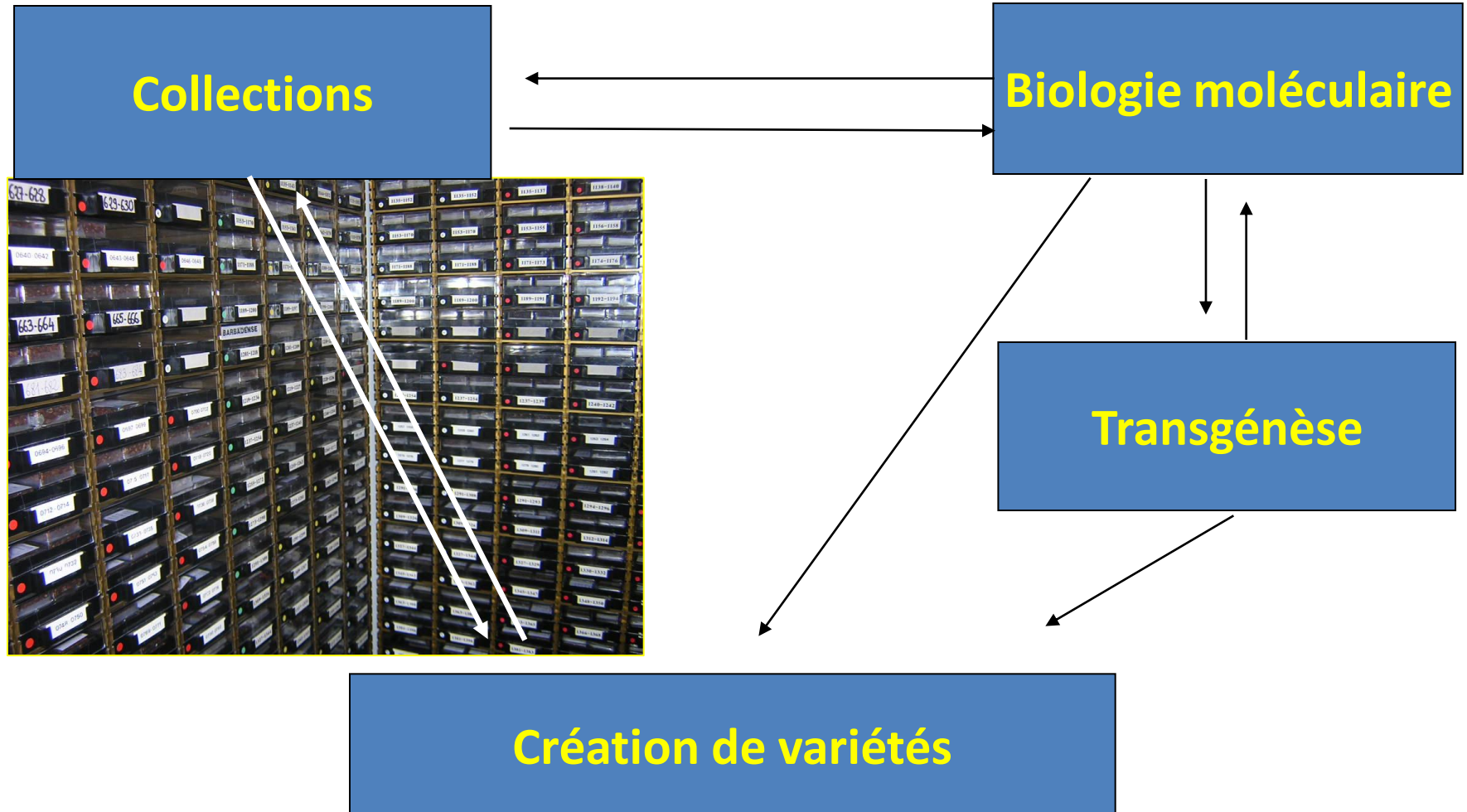
**Le sélectionneur**

L'entomologiste

Une confrontation inéluctable (dans le monde des Suds) ?

Conclusions

# STRATÉGIE : utiliser les outils disponibles

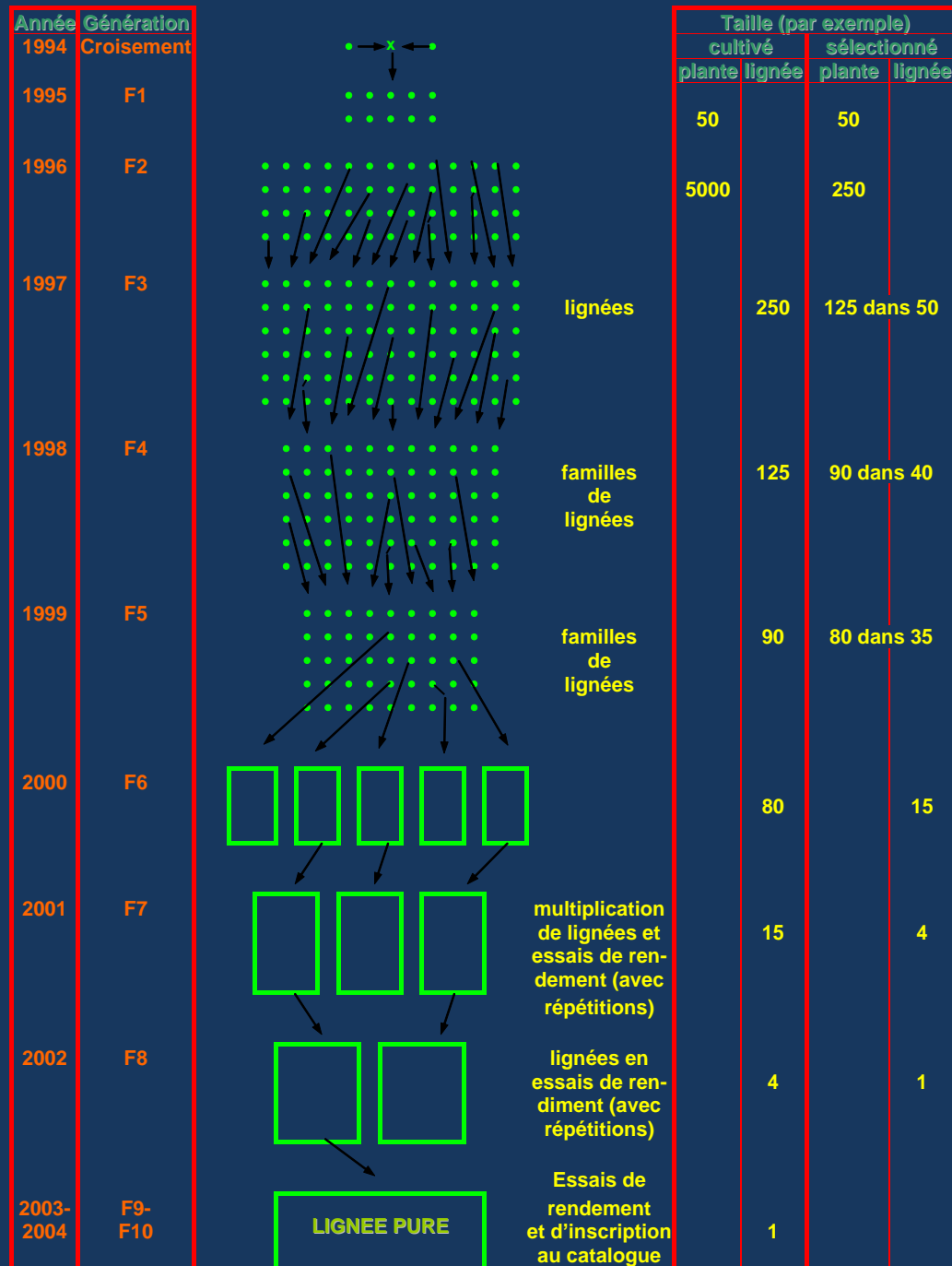


# MÉTHODES DE SÉLECTION

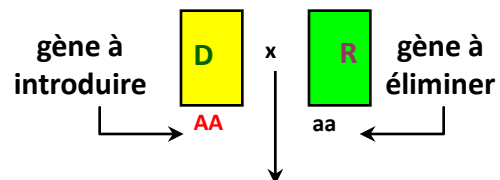
- Sélection massale simple (smallholders)
- Sélection généalogique
- Sélection massale pedigree (cotonnier)
- Sélection back-cross
- Croisements interspécifiques
- *SAM (outil)*
- *Transformation génétique (outil)*



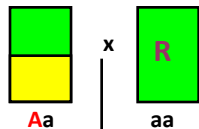
# SÉLECTION GÉNÉALOGIQUE



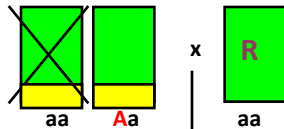
Source: D. Dessauw  
(Cirad-valorisation)



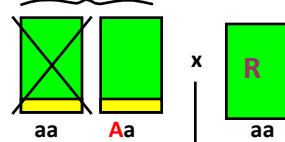
croisement initial



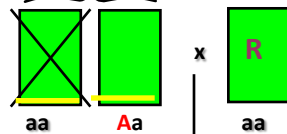
1<sup>er</sup> rétrocroisement  
= backcross 1 = BC 1



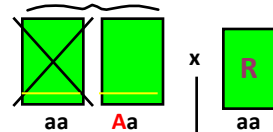
BC 2



BC 3



BC 4



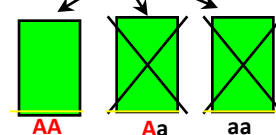
BC 5



résultats du BC 5

sélection généalogique  
**R(AA)**

autofécondation



# SÉLECTION

# BACK CROSS

# SAM (QUALITÉ DE FIBRE)

Backcross assistés par marqueurs :

3 grandes étapes

## Carte génétique

26 chr., 1276 loci (SSR, AFLP, RFLP, candidats), 5700 cM

## QTLs

- 80 QTLs pour 11 caractères de qualité
- 19 régions « cibles »

## Sélection précoce sur marqueurs

- env.10% plants retenus

Source: D. Dessauw  
(Cirad-valorisation)

*G. hirsutum*

x

*G. barbadense*

F1 *G.hirsutum*

BC1 *G.hirsutum* (SSD)

BC2 *G.hirsutum*

BC2S1

BC3 *G.hirsutum*

BC4 *G.hirsutum*

BC4S1

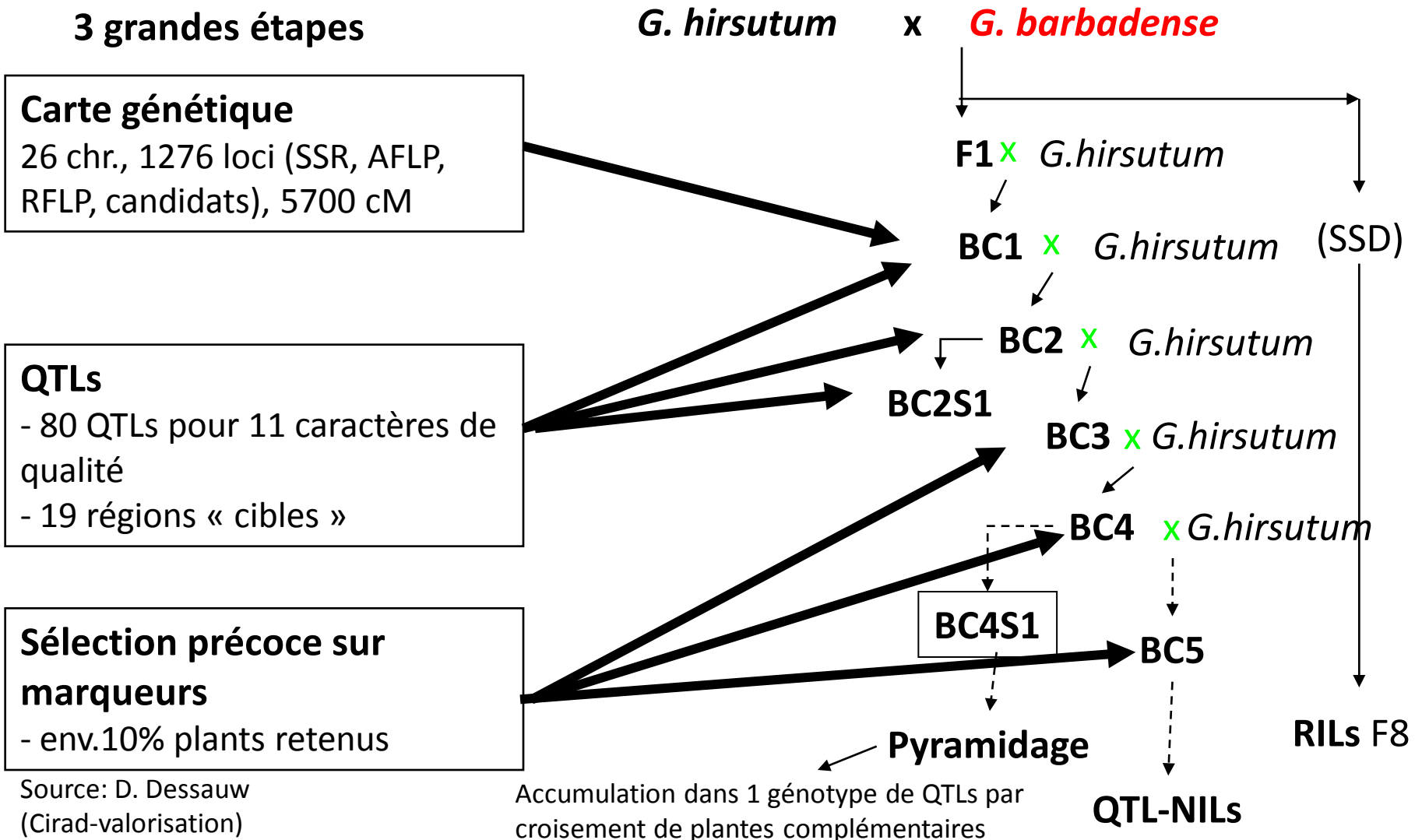
BC5

Pyramidage

RILs F8

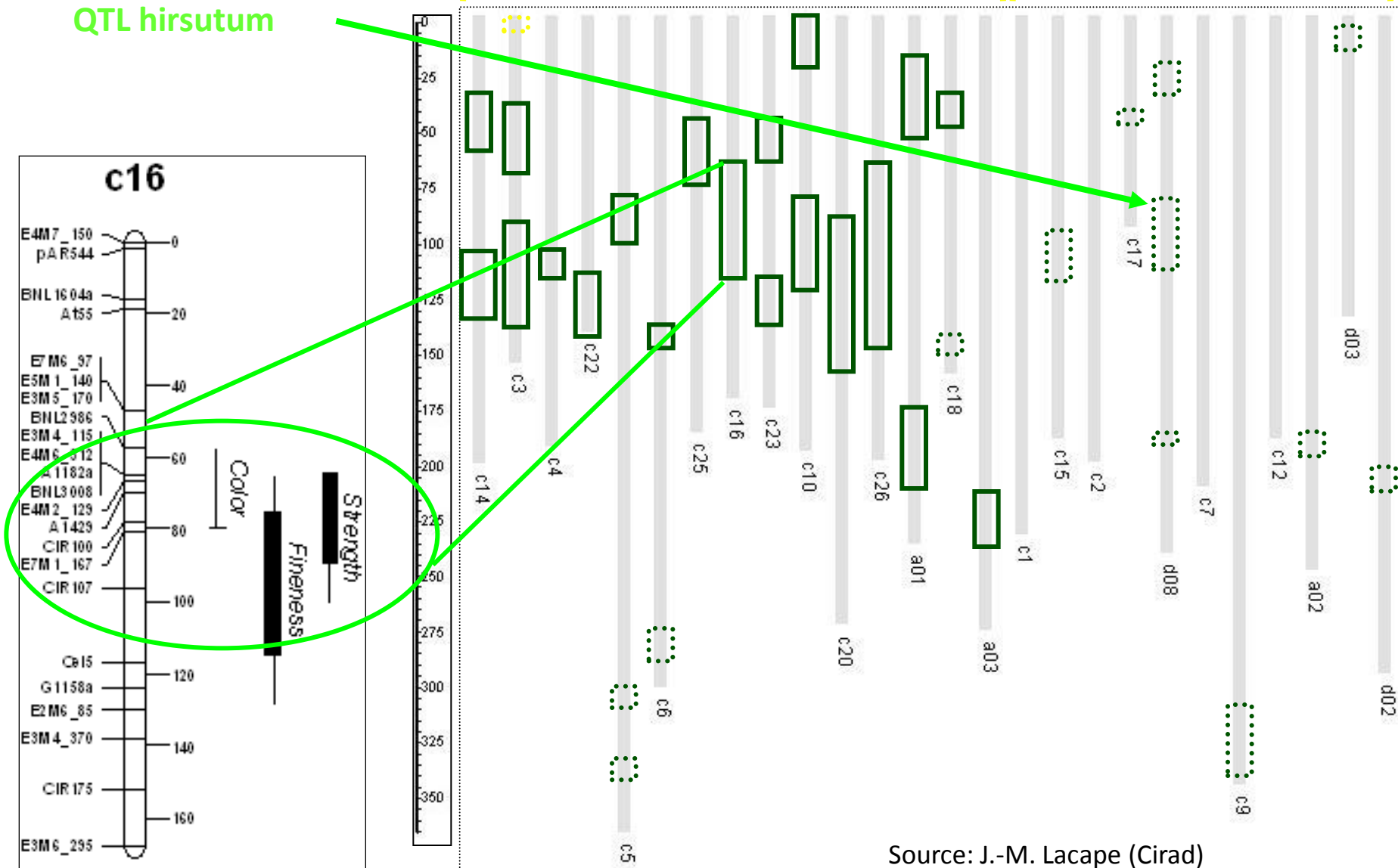
QTL-NILs

Accumulation dans 1 génotype de QTLs par  
croisement de plantes complémentaires

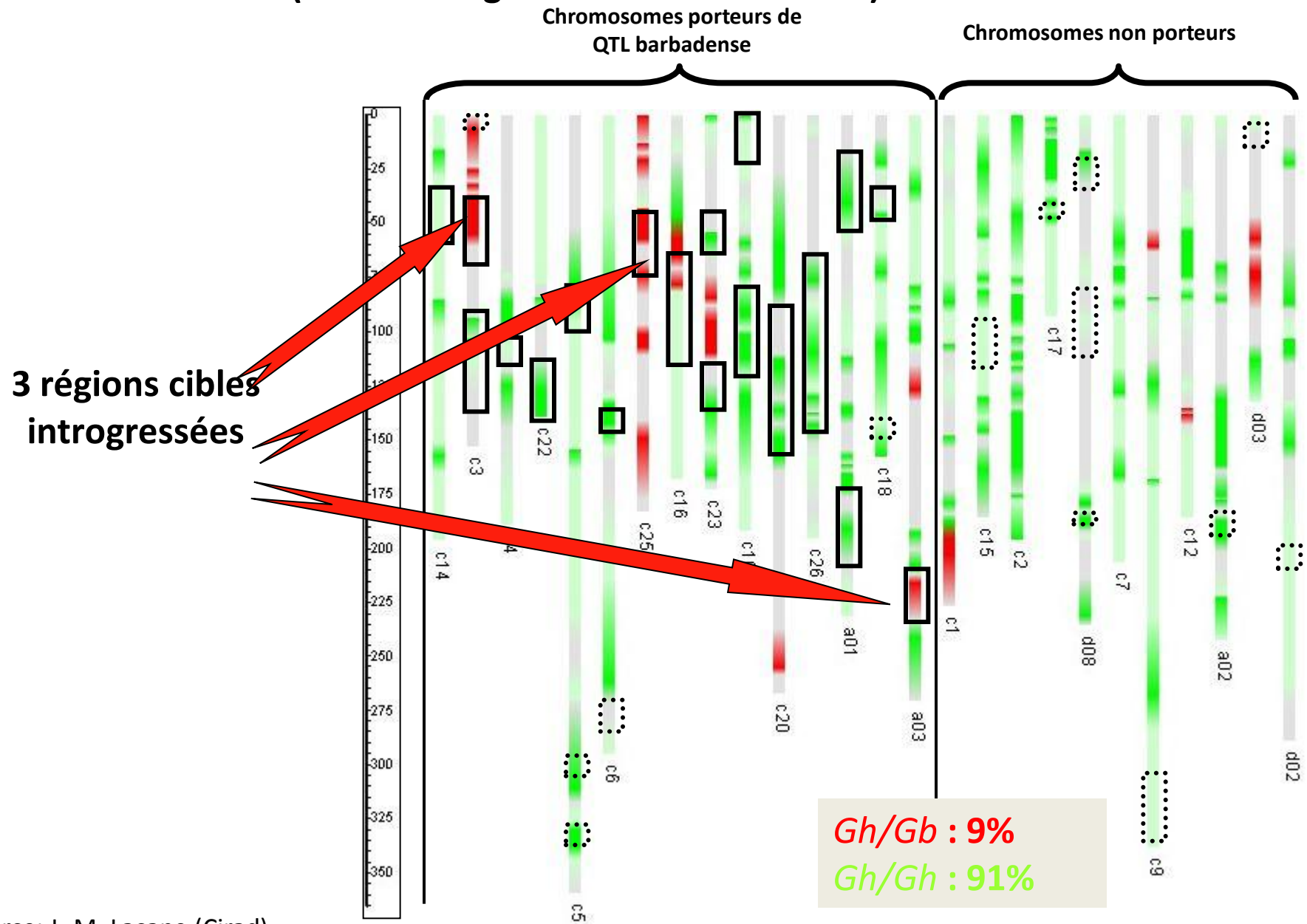




# Des régions chromosomiques « porteuses » de QTL de *G. barbadense* (qualité de fibre) servent de « cibles »



# Exemple de « génotype graphique » d'1 plante après 4 BC sur le parent receveur *G. hirsutum* (zones introgressées *G. barbadense*)



# Les critères de sélection sont multiples

Le cotonnier subit la concurrence de **Mauvaises herbes**, et l'action d'autres **bio-agresseurs** qui provoquent des dégâts et des pertes quantitatives et qualitatives

## Maladies

champignons  
bactéries  
virus



## Ravageurs

Nématodes  
Myriapodes  
Acariens  
Insectes





# Les critères de sélection sont multiples



Longueur des racines



Effet de la compaction du sol sur les racines

# Les critères de sélection sont multiples



Cotonnier de type  
« cluster »



Cotonnier avec une production moins regroupée

**Architecture de la plante (en prévision de la récolte)**



# Prendre en considération le système de culture



3-6 applications insecticides/cycle cultural

1000 kg coton-graine/ha

**Monoculture à grande échelle**

15-20 applications/cycle cultural

3000 kg coton-graine/ha



# Des systèmes de culture diversifiés...



**Le cotonnier est cultivé par de petits producteurs (agriculture familiale) ou de grands exploitants (entreprise agricole)**

**Ils n'ont pas les mêmes contraintes**





# Le sélectionneur 'coton': une espèce en voie de disparition



Jean-Louis Bélot (CIRAD) observant les racines d'une culture à haute densité de cotonniers (Mato Grosso, Brésil)



# **Pour les cultures alimentaires, n'oubliez pas le consommateur !**

Goût, conservation

Critère de « cuissonabilité » ! (économie de charbon de bois...)

Longueur des tiges de sorgho ou de mil chandelle (clôtures animaux)

Aptitude à la transformation alcoolique ('bil bil')

Etc.

**Il n'y a pas que les industriels dans la vie...des Suds !**

# Sommaire

Introduction : les OGM dans le monde

Le sélectionneur

**L'entomologiste**

Une confrontation inéluctable (dans le monde des Suds) ?

Conclusions



# Son domaine d'intérêt: certains bio-agresseurs

## Maladies

champignons

bactéries

virus

## Ravageurs

Nématodes

Myriapodes

**Acariens**

**Insectes**

**Virus**



# Ses défis: éliminer ou gérer (?) acariens et insectes

- Efficacement
- Économiquement
- Écologiquement

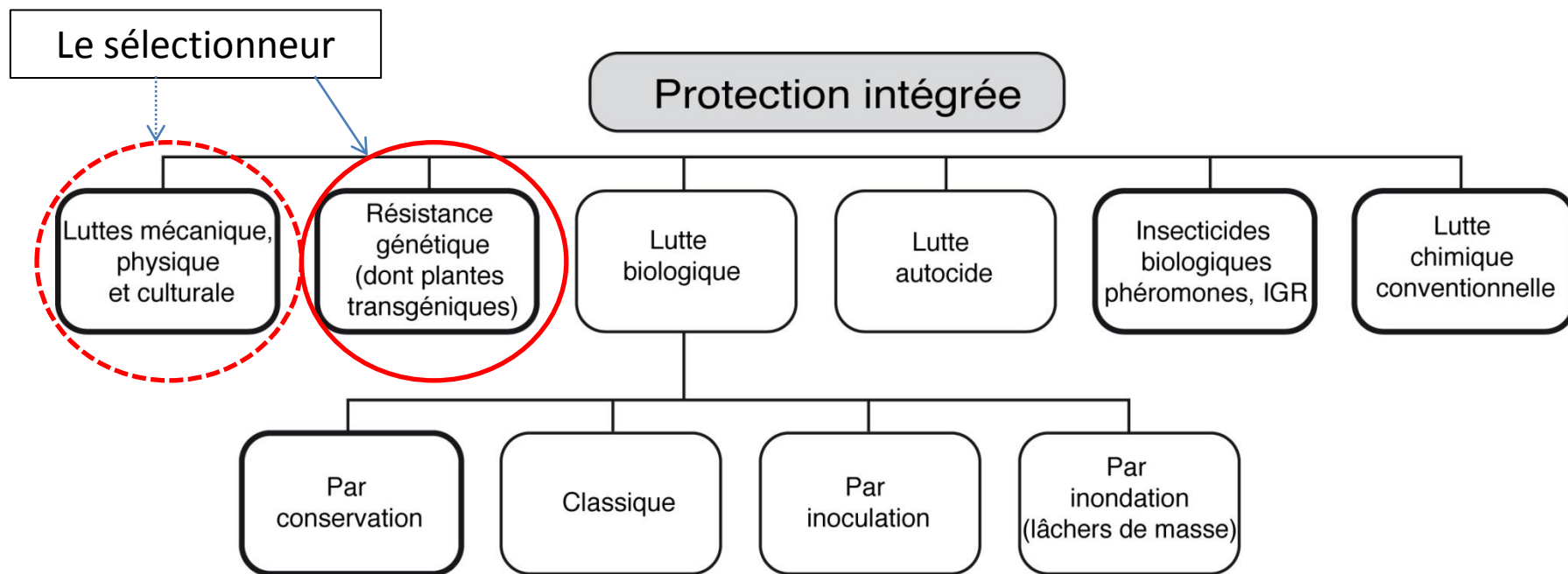
...Sans négliger les aspects  
sociologiques

**Sa stratégie: application du  
paradigme de l'IPM**

# STRATEGIE IPM

## (Integrated Pest Management)

« Technologies » disponibles pour le management des ravageurs

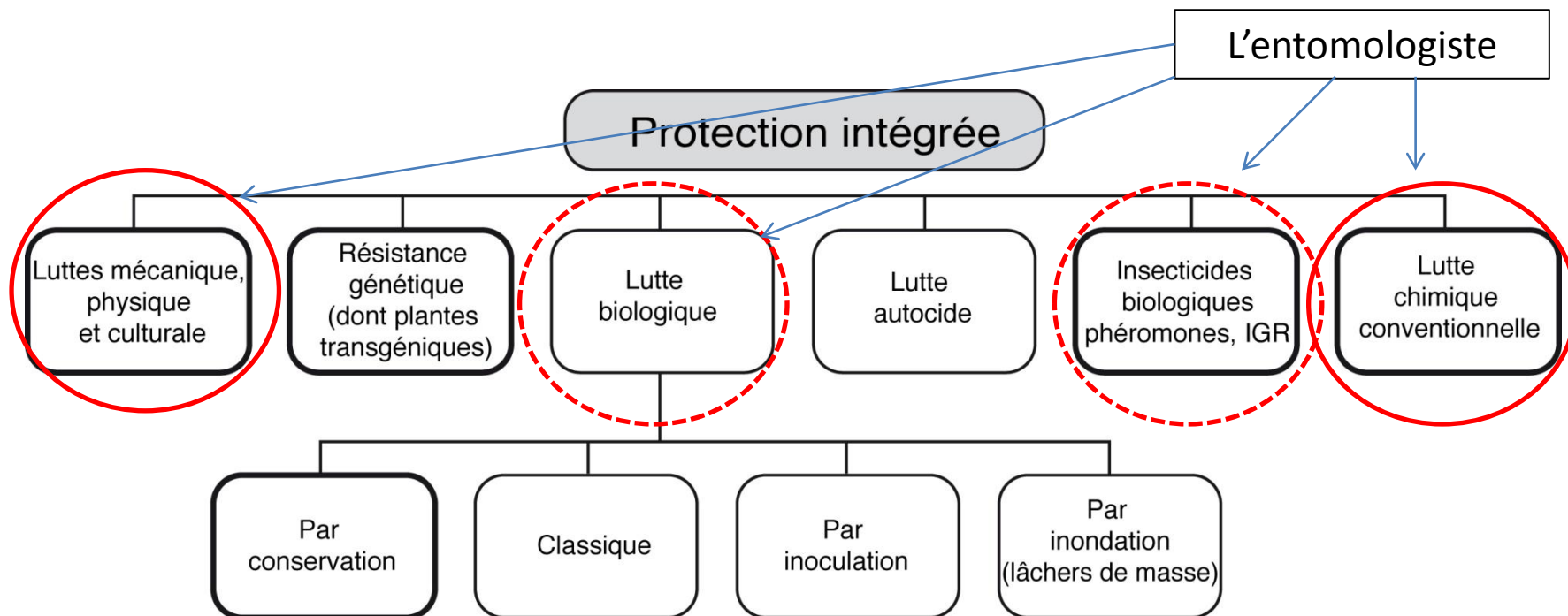


(source : Eilenberg *et al.*, 2001, traduit)

# STRATEGIE IPM

## (Integrated Pest Management)

« Technologies » disponibles pour le management des ravageurs



(source : Eilenberg *et al.*, 2001, traduit)

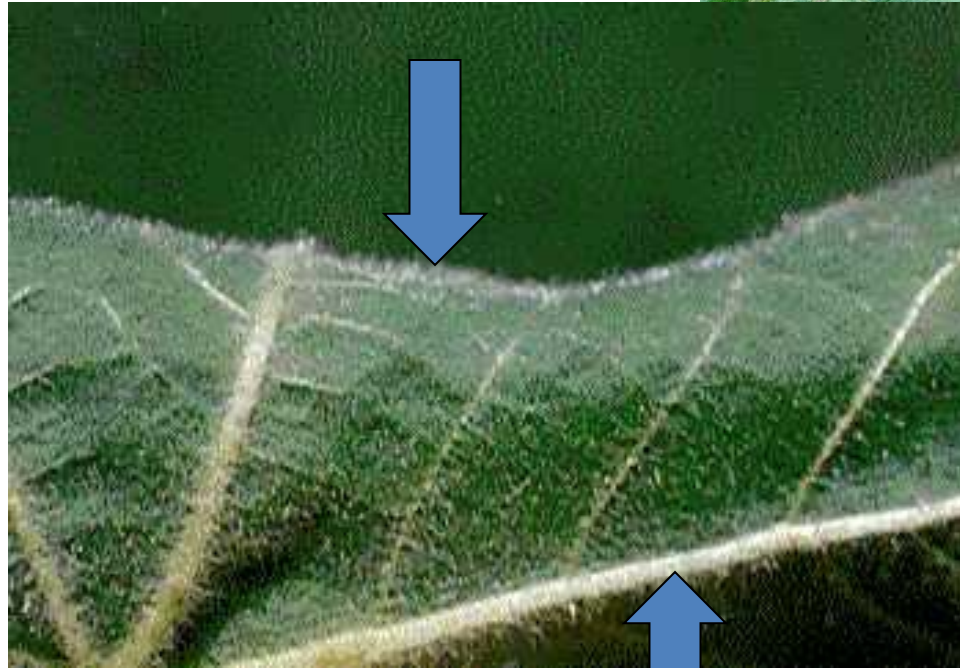
# **Caractères de résistance variétale aux ravageurs = lieu de rencontre entre sélectionneur et entomologiste**



# Résistance aux ravageurs

- **Des obstacles morphologiques**

- La Pilosité → Jassidae (insectes piqueurs)



- **Des barrières chimiques**

- Gossypol → Criquets, Altises...





# Les feuilles 'okra'



Variétés utilisées en Australie

Facilite la pénétration de  
l'insecticide...et de la lumière !



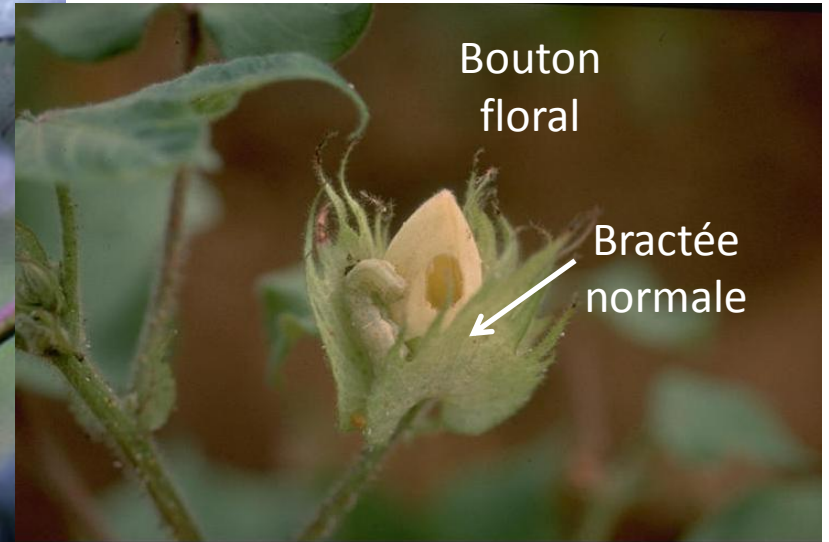
Chenilles



Mauvaises  
herbes



# Bractées 'frego'



Facilite la  
pénétration de  
l'insecticide...mais  
réduit le poids  
capsulaire !

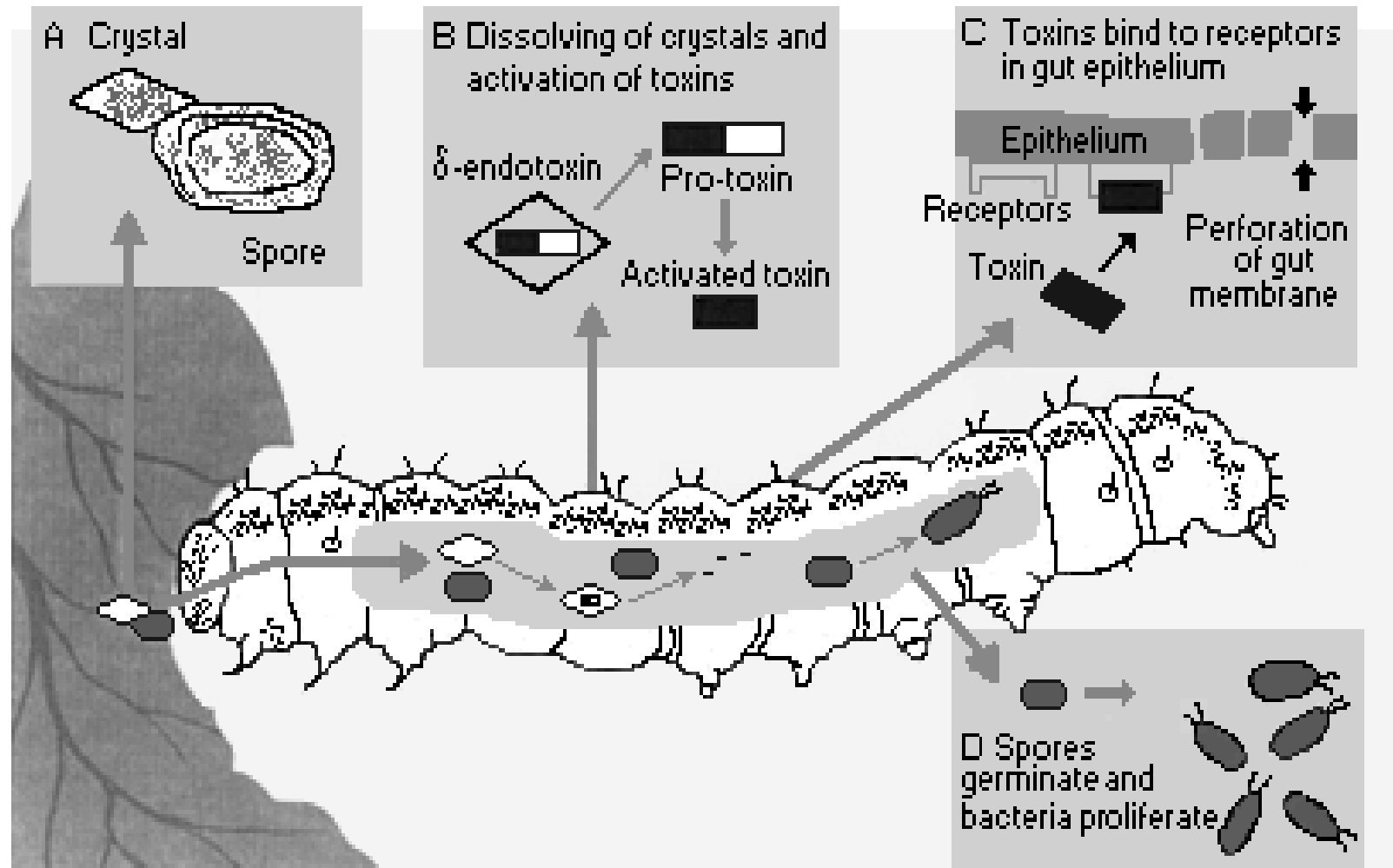


**C'est dans ce contexte de la  
résistance variétale que  
peuvent intervenir les  
cotonniers Bt**



**Un outil de plus pour l'IPM !**

# Rappel: mode d'action de *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* (Biopesticide)



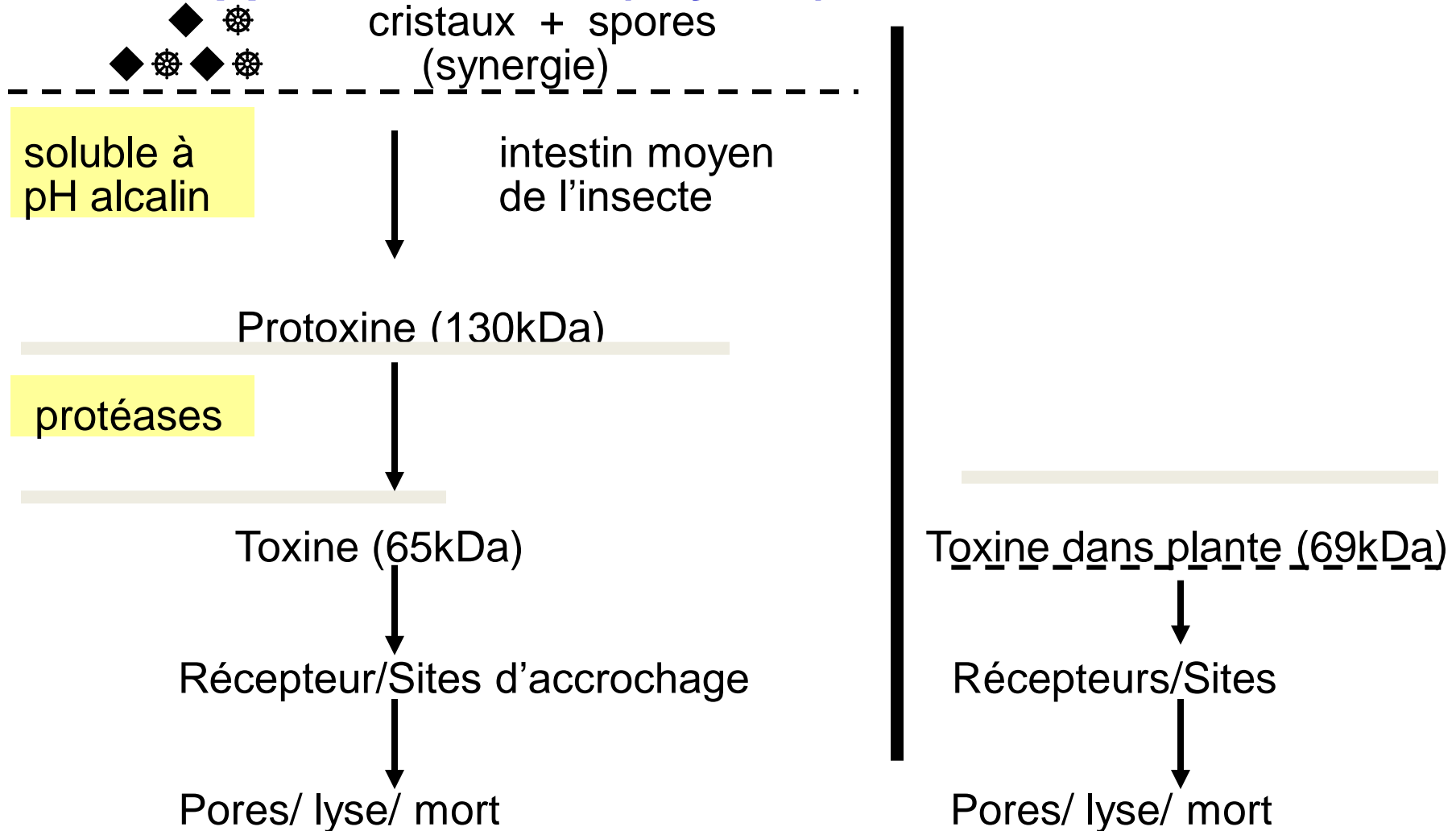
Comment agit la toxine de Bt



# Différences entre les applications de *Bt* (biopesticides) et les plants *Bt*

## Application de *Bt* (Cry1Ab)

## Plants *Bt*



(modifié d'après Hilbeck 2002)

# **Les questions posées par l'usage des cotonniers Bt (première génération)**

## **Efficacité et intérêt économique**

**1 Efficace ? Expression du gène...**

**2 Intéressant (réduction d'insecticide) ?**

**3 Économiquement intéressant**

**\*pour les petits planteurs ?**

**\*pour les grands exploitants ?**

# Efficacité sur de bons indicateurs = phyllophages



Source: Vaughn, Congrès Coton Brésil, 16-09-2009



# Mais la toxine **Cry1Ac** ne tue pas tous les ravageurs

*Agallia albidula*



*Spodoptera* spp.



*Anthonomus grandis*



*Pectinophora  
gossypiella*



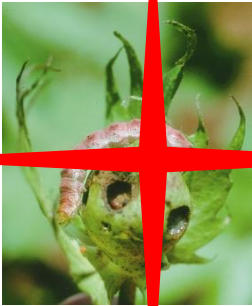
*Spodoptera  
frugiperda*



Dégâts de  
*Alabama  
argillacea*



*Bemisia tabaci*



*Heliothis  
virescens*



*Alabama argillacea*



# Effet sur les diverses espèces de chenilles

Amérique	Afrique sub-Sah.
<i>Alabama argillacea</i> Bt (Cry1Ac)	<i>Syllepte derogata</i> Bt
<i>Pseudoplusia includens</i>	<i>Anomis flava</i>
<i>Spodoptera eridania</i>	<i>Spodoptera littoralis</i>
<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Heliothis armigera</i> Bt
<i>Heliothis virescens</i> Bt	<i>Diparopsis watersi</i> Bt
<i>Helicoverpa zea</i>	<i>Cryptophlebia leucotreta</i>
<i>P. gossypiella</i> Bt	<i>P. gossypiella</i> Bt

# Les toxines **Cry1Ac** et **Cry1F** ne tuent pas tous les ravageurs

*Agallia albidula*



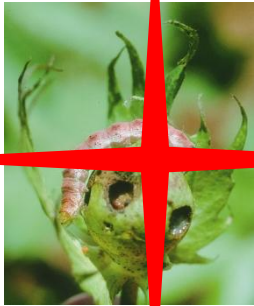
*Spodoptera* spp.



*Anthonomus grandis*



*Pectinophora gossypiella*



*Heliothis virescens*



*Spodoptera frugiperda*



Dégâts de  
*Alabama argillacea*



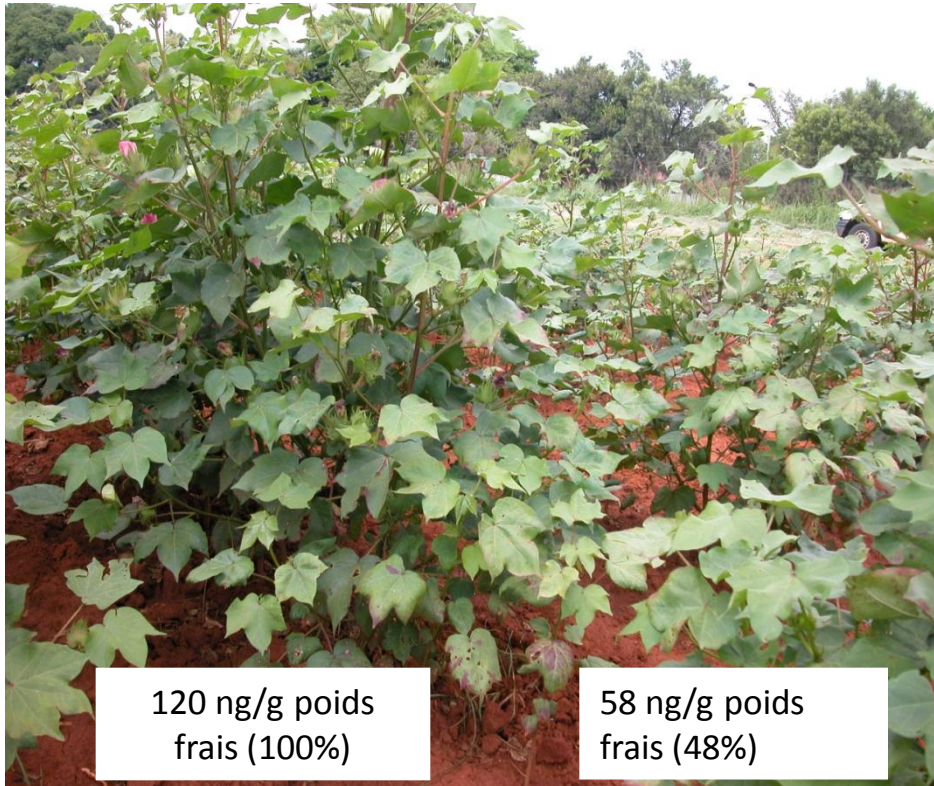
*Bemisia tabaci*



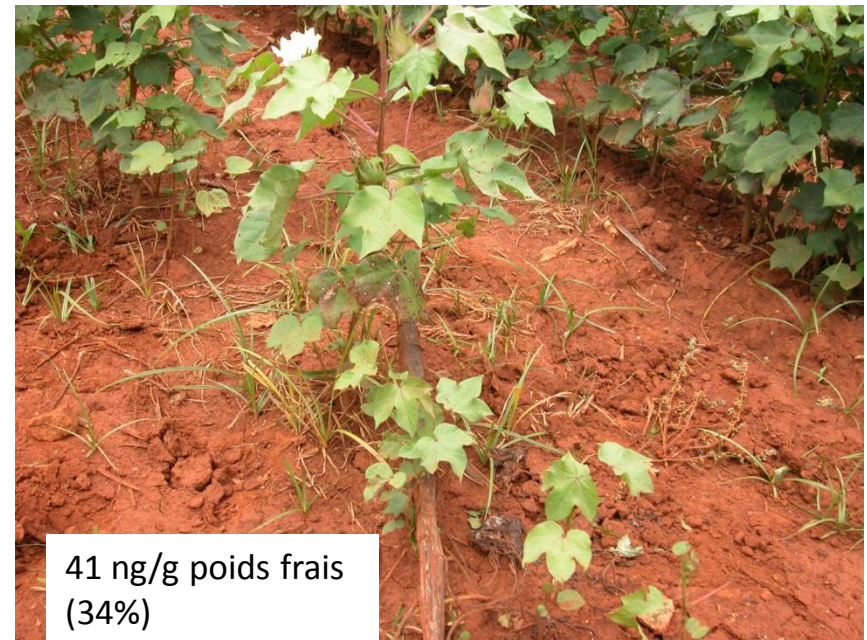
*Alabama argillacea*



# Au champ l'expression de la toxine est variable



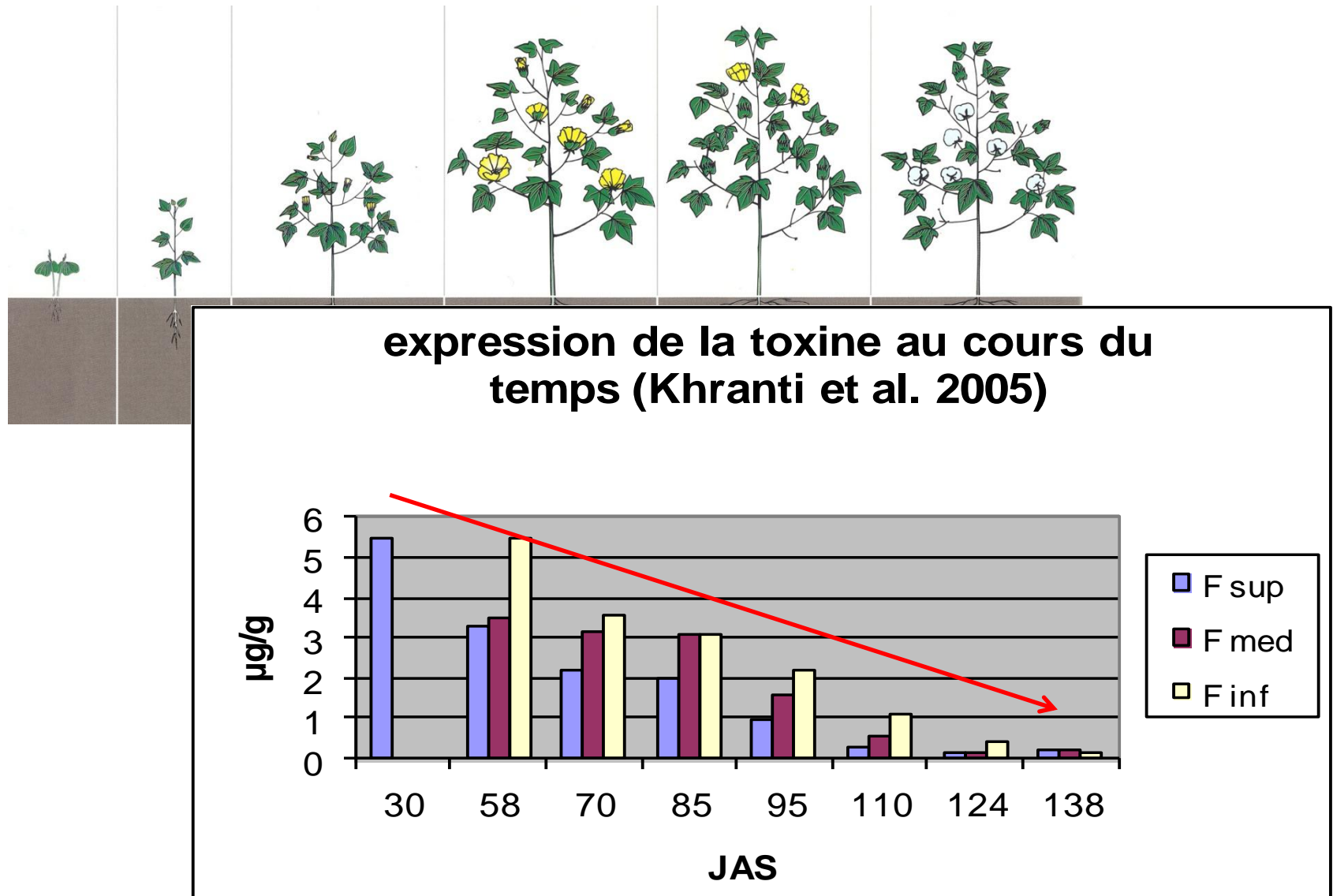
Grande variation entre plantes



Plus faible expression dans des plantes en stress hydrique



# L'expression varie dans les divers tissus de la plante



Kranthi, K.R., S. Naidu, C.S. Dhawad, A. Tatwawadi, K. Mate, E. Patil, A.A. Bharose, G.T. Behere, R.M. Wadaskar, and S. Kranthi. 2005. Temporal and intra-plant variability of Cry1A expression in Bt cotton and its influence on the survival of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hübner (Noctuidae: Lepidoptera). *Curr. Sci.* 89:291-298.

# L'expression est variable selon les variétés

**In-season changes in Cry1Ac expression ( $\mu\text{g/g}$  fresh weight) in the upper canopy leaves of Bt-cotton hybrids –2003**

Bt Bollgard® hybrids																	
DAS	RCH-2	RCH-20	RCH-134	RCH-138	RCH-144	MECH-12	MECH-162	MECH-184	LSD								
30	5.15	$\pm$ 0.9abc	6.61	$\pm$ $\pm$ 1.1d	4.67	$\pm$ 0.7a	4.42	$\pm$ 0.3a	5.56	$\pm$ 0.5abcd	6.20	$\pm$ 1.0ab	4.97	$\pm$ 0.7bcd	6.47	$\pm$ 1.6cd	1.37
58	3.43	$\pm$ 0.3bc	3.60	$\pm$ 0.3bc	2.33	$\pm$ 0.4a	3.91	$\pm$ 0.4c	2.96	$\pm$ $\pm$ 0.5ab	4.05	$\pm$ 0.4c	2.68	$\pm$ $\pm$ 0.5a	3.57	$\pm$ 0.6bc	0.64
70	2.23	$\pm$ 0.9bcd	1.94	$\pm$ 0.8abc	1.26	$\pm$ 0.5a	2.91	$\pm$ 0.5de	1.87	$\pm$ 0.2abc	3.32	$\pm$ 0.8e	1.35	$\pm$ 0.6ab	2.51	$\pm$ 0.5cde	0.94
85	1.46	$\pm$ $\pm$ 0.8	2.40	$\pm$ $\pm$ 1.1	1.53	$\pm$ $\pm$ 0.9	2.62	$\pm$ $\pm$ 1.2	1.63	$\pm$ $\pm$ 0.3	2.31	$\pm$ $\pm$ 1.2	1.16	$\pm$ $\pm$ 0.3	2.60	$\pm$ $\pm$ 0.8	NS
95	0.58	$\pm$ $\pm$ 0.9	0.77	$\pm$ $\pm$ 0.5	1.66	$\pm$ $\pm$ 0.1	0.97	$\pm$ $\pm$ 1.2	1.11	$\pm$ $\pm$ 1.0	1.07	$\pm$ $\pm$ 0.4	0.55	$\pm$ $\pm$ 0.4	0.89	$\pm$ $\pm$ 0.7	NS
110	0.21	$\pm$ 0.1ab	0.41	$\pm$ 0.2bc	0.22	$\pm$ 0.1ab	0.14	$\pm$ 0.1a	0.44	$\pm$ $\pm$ 0.2c	0.38	$\pm$ 0.2bc	0.16	$\pm$ $\pm$ 0.1a	0.47	$\pm$ $\pm$ 0.2c	0.21
124	0.09	$\pm$ $\pm$ 0.1	0.03	$\pm$ $\pm$ 0.0	0.07	$\pm$ $\pm$ 0.1	0.15	$\pm$ $\pm$ 0.1	0.13	$\pm$ $\pm$ 0.2	0.32	$\pm$ $\pm$ 0.3	0.02	$\pm$ $\pm$ 0.0	0.26	$\pm$ $\pm$ 0.2	NS
138	0.02	$\pm$ $\pm$ 0.0a	0.01	$\pm$ $\pm$ 0.0a	0.01	$\pm$ 0.0a	0.42	$\pm$ 0.2b	0.49	$\pm$ $\pm$ 0.3b	0.21	$\pm$ 0.1a	0.01	$\pm$ $\pm$ 0.0a	0.71	$\pm$ $\pm$ 0.1c	0.20
148	0.01	$\pm$ $\pm$ 0.0	0.01	$\pm$ $\pm$ 0.0	0.10	$\pm$ $\pm$ 0.2	0.03	$\pm$ $\pm$ 0.0	0.02	$\pm$ $\pm$ 0.0	0.08	$\pm$ $\pm$ 0.0	0.01	$\pm$ $\pm$ 0.0	0.12	$\pm$ $\pm$ 0.1	NS

Abbreviations: DAS = Days after sowing; LSD = Least Significant Difference.

Numbers followed by different letters within a row are significantly different at  $P = >0.05$ .

Inde

(Source: Kranthi & Russell, 2005)

3500 Kg/ ha

**La variété Bt seule ne suffit pas...**



**Champ de coton Bt (région de Pongola)**



**< 350 kg/ha**

**...pour obtenir un bon rendement !**



**Coton Bt (Makhathini): conditions de faible fertilité**

# **Une autre question posée par l'emploi des cotonniers Bt**

## **Durabilité**

- 1 Efficacité à long terme ? Résistance des insectes visés ?**
- 2 Effet sur la faune auxiliaire, à travers le réseau trophique ?**
- 3 Autres ravageurs non cibles ?**

# **Ces questions relèvent de l'évaluation des risques environnementaux (ERA)**

- **Persistance, Flux de gènes ? (intra-, inter-)**
- **Transferts Plante Microorganismes ? (inter-)**
- Impact sur Organismes Cibles ?
- Impact sur Organismes Non Cibles ?
- Impact sur la conduite de la culture....?
- Impact sur les processus biochimiques ?
- Impact sur la santé humaine et animale ?



Fin Partie 1

# Partie 2


# **Ces questions relèvent de l'évaluation des risques environnementaux (ERA)**

- **Persistance, Flux de gènes ? (intra-, inter-)**
- **Transferts Plante Microorganismes ? (inter-)**
- Impact sur Organismes Cibles ?
- Impact sur Organismes Non Cibles ?
- Impact sur la conduite de la culture....?
- Impact sur les processus biochimiques ?
- Impact sur la santé humaine et animale ?



# Réponses d'ordre plutôt «technique»

**Quid du transfert de gènes, à la fois aux niveaux intra- et interspécifiques?**



Avenir des OGM (seconde et troisième générations) compte-tenu: (1) des oppositions aux OGM en général (2) d'une rentabilité moindre pour les entreprises capables de les développer à grande échelle (pas d'intrants associés)?

Les OGM peuvent ils être une réponse à l'érosion de la biodiversité?

**Co-existence** avec une agriculture basée sur un réseau de type « semences paysannes »?

## Deux références (projets UE) incontournables (1):

SIGMEA (*Sustainable introduction of GM crops to European agriculture*) mai 2004-déc 2007

7 études de cas (régionales); maïs, colza, betterave, riz , blé

- Flux de gènes
- Impacts environnementaux sur SC européens
- analyse de la faisabilité de coexistence
- coûts de la coexistence
- aspects légaux: outils de régulation

<http://www.inra.fr/sigmea/publications> 1 (plus de 100 publications...)

## Deux références (projets UE) incontournables (2):

CO-EXTRA (*GM and non GM supply chains: their CO-EXistence and TRAceability*)  
avril 2005- sept 2009

Études sur le colza, le maïs, le tournesol, la tomate, modèles de flux de gènes dans des paysages fragmentés

Numerous results show that the coexistence of GM and non-GM supply chains, even at the farm level, cannot be addressed by studying separately the different components of these chains. Coexistence issues have to be addressed by multidisciplinary teams embracing supply chains as a whole.

<http://www.coextra.eu> (plus de 45 publications...)

# Travaux employant la modélisation et l'analyse spatiale

A model to evaluate the consequences of GM and non-GM segregation scenarios on GM crop placement in the landscape and cross-pollination risk management

F.C. Coléno<sup>a,\*</sup>, F. Angevin<sup>b</sup>, B. Lécroart<sup>b</sup>

<sup>a</sup>INRA, UMR1048 SADAPT, F-78850 Thiverval Grignon, France

<sup>b</sup>INRA, UARI240 Eco-Innov, F-78850 Thiverval Grignon, France

*Agricultural Systems* (2009) 101, 49-56

Implementing isolation perimeters around genetically modified maize fields

Yann DEVOS<sup>a,\*</sup>, Dirk REHEUL<sup>a</sup>, Olivier THAS<sup>b</sup>, Eva M. DE CLERCQ<sup>c</sup>, Mathias COUGNON<sup>a</sup>, Karl CORDEMANS<sup>d</sup>

*Agron. Sustain.Dev.* (2007) 155-165



Les recherches ont permis de mieux connaître les modalités de **dissémination** du pollen (Ex.: visiteurs de fleurs, dont les pollinisateurs)

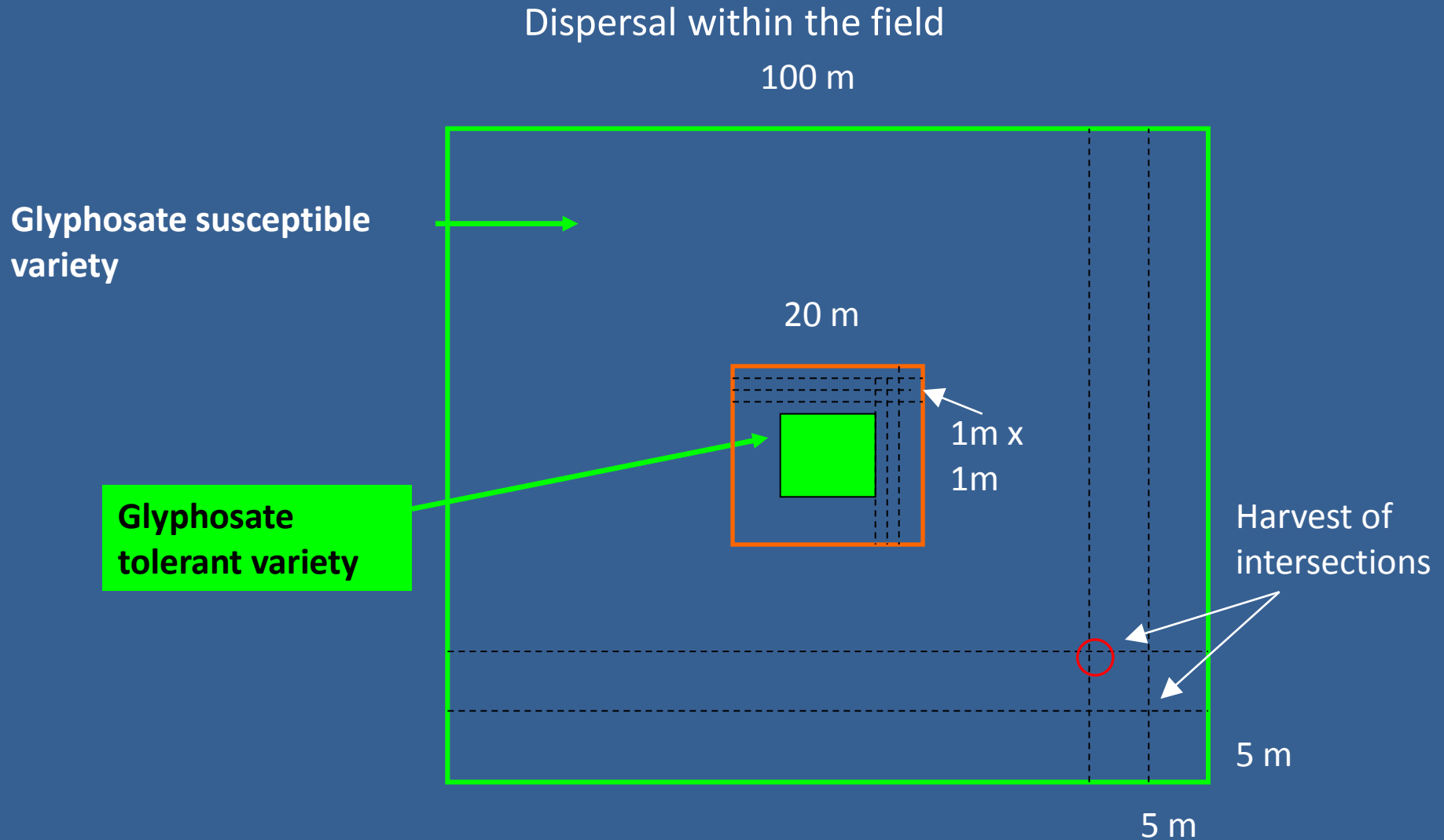
*Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 148*

(EMBRAPA, Carmen Pires *et al.*, 2006)



Foto 1: Algumas espécies de abelhas coletadas em flores de algodoeiro no Distrito Federal na floração de 2003 preparadas para identificação entomológica.

# Taux de croisement intra spécifique (en fonction de la distance)



# Taux de croisement inter spécifique

## Comunicado Técnico 242

ISSN 0102-0099  
Agosto/2005  
Campina Grande, PB

Zonas de Exclusão de Algodoeiros Transgênicos para Preservação de Espécies de *Gossypium* Nativas ou Naturalizadas

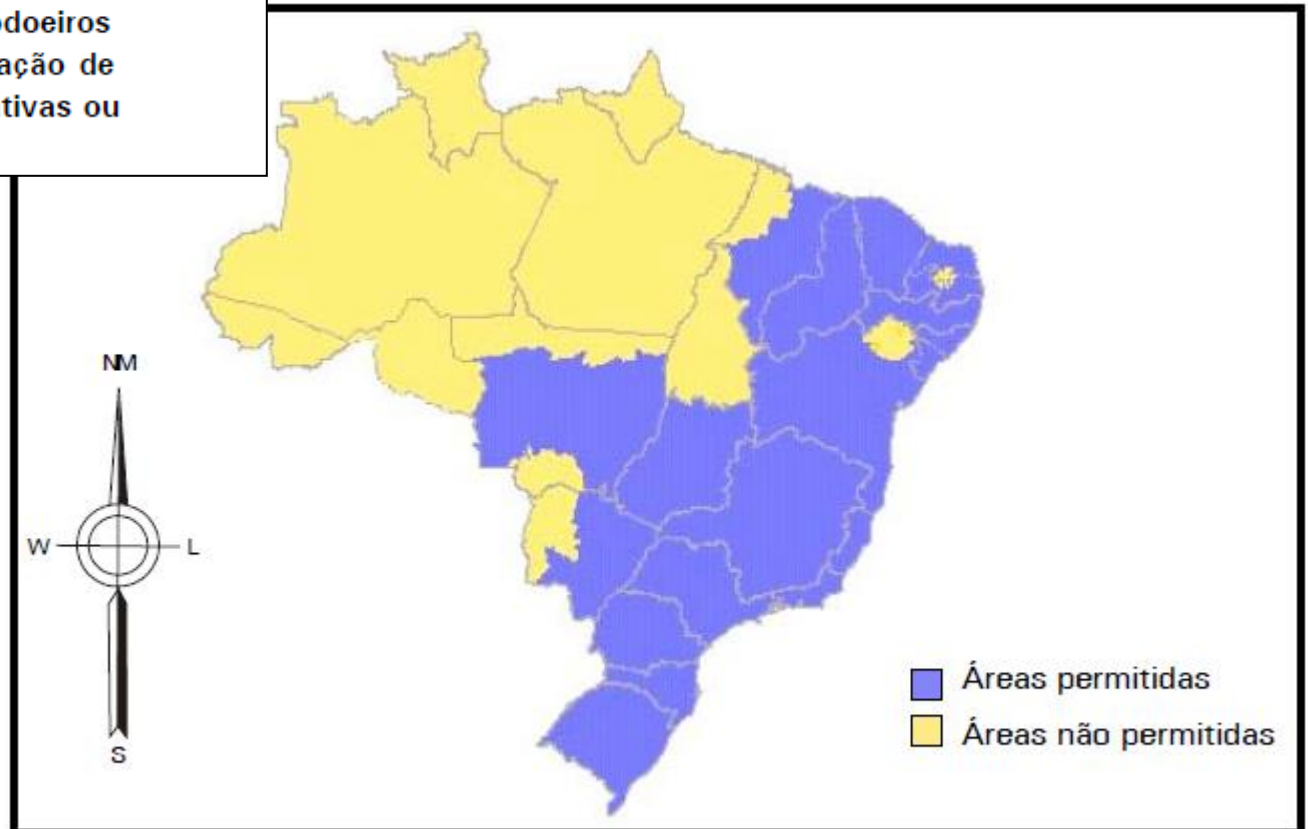


Fig. 1. Localização das áreas propostas como zonas de exclusão para o plantio de cultivares de algodoeiro geneticamente modificado.

# Études sur le transfert horizontal de bactéries aux plantes

- \* Hoffmann, T., Golz, C., Scheider, O. 1994. *Current genetics* 27, 70-76.
- \* Becker, J., Siegert, H., Logemann, J., Schell, J. 1994. *Biologische Sicherheit* 3, 563-578.
- \* Smalla, K. 1995, « *Safety of transgenic crops, environmental and agricultural considerations* » in Proceedings of the Basel Forum of Biosafety, BATS, Agency for biosafety research and assessment of technology impacts of the Swiss priority programme biotechnology, Basel, 29-34.



# Les fréquences de transfert sont faibles

\* Schlüter, K., Fütterer, J., Potrykus, I. 1995. *Biotechnology*, Vol.13, 1094-1098.

\* Broer, I., Dröge-laser, W., Gerke, M. 1996. Transgenic organisms and Bio safety, « Horizontal gene tranfer, stability of DNA and expression of transgenes », Schmidt & Hankeln eds., Springer Verlag, Heidelberg, 67-70.

\* Nielsen, K.M., Gebhard, F., Smalla, K., Bones, A.M. & Van Elsas, J.-D. 1997. *Theorical and applied genetics*, Vol. 95, 815-821.

# Faune du sol: des exemples de la littérature

- Bactéries...autres micro organismes

Ex: Griffiths BS, Caul S, Thompson J, Birch ANE, Scrimgeour C, Cortet J, Foggo A, Hackett CA & Krogh PH. 2006. Soil microbial and faunal community responses to bt maize and insecticide in two soils. *Journal of Environmental Quality* 35, 734-741.

Recherche dans les bases de données:  
Scopus, WoS, Ovid-SP, (Cabi...)

## Risks from GMOs due to Horizontal Gene Transfer

Environ. Biosafety Res. 7, 3 (2008)

Paul KEESE\*

Horizontal gene transfer (HGT) is the stable transfer of genetic material from one organism to another without reproduction or human intervention. Transfer occurs by the passage of donor genetic material across cellular boundaries, followed by heritable incorporation to the genome of the recipient organism. In addition to conjugation, transformation and transduction, other diverse mechanisms of DNA and RNA uptake occur in nature. The genome of almost every organism reveals the footprint of many ancient HGT events. Most commonly, HGT involves the transmission of genes on viruses or mobile genetic elements. HGT first became an issue of public concern in the 1970s through the natural spread of antibiotic resistance genes amongst pathogenic bacteria, and more recently with commercial production of genetically modified (GM) crops. However, the frequency of HGT from plants to other eukaryotes or prokaryotes is extremely low. The frequency of HGT to viruses is potentially greater, but is restricted by stringent selection pressures. In most cases the occurrence of HGT from GM crops to other organisms is expected to be lower than background rates. Therefore, HGT from GM plants poses negligible risks to human health or the environment.

# Questions ERA

- Persistance, Flux de gènes ? (intra-, inter-)
- Transferts Plante Microorganismes ? (inter-)
- **Impact sur Organismes Cibles ?**
- Impact sur Organismes Non Cibles ?
- Impact sur la conduite de la culture....?
- Impact sur les processus biochimiques ?
- Impact sur la santé humaine et animale ?



# Situation actuelle de la résistance aux toxines de *Bt*

En conditions naturelles

3 cas signalés dont **un sur le cotonnier**

*Pectinophora gossypiella*, en Inde (**Cry1Ac**)



# Situation actuelle de la résistance aux toxines de *Bt*



*Spodoptera frugiperda* à Porto Rico  
(sur maïs Bt, **Cry1F**)

(Ref. : Storer *et al.*, 2010,  
J.Econ.Ent.103:1031-1038)



*Busseola fusca* (African stem borer)  
sur maïs Bt (**Cry1Ab**) en Afrique du Sud

(Ref.: van Rensburg 2007,  
S.Afr.J.Plant Soil 24:147)



# Sur cotonnier et maïs (données récentes)

Dhurua & Gujar, 2011. Field-evolved resistance to Bt toxin **Cry1Ac** in the **pink bollworm**, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), from **India**. Pest Manag. Sci. 67, 898-903

Zhang et al., 2011. Early warning of **cotton bollworm** resistance associated with intensive planting of Bt cotton in **China**. PLoS ONE 6: e22874

Wan et al., 2012. Increased frequency of **pink bollworm** resistance to Bt toxin **Cry1Ac** in **China**. PLoS ONE 7: e29975

Gassmann et al., 2011. Field-evolved resistance to Bt maize by **western corn rootworm**. PLoS ONE 6: e22629

## « Suspected field resistance

Field resistance to Bt crops has been suggested in two additional cases, *H. zea* to **Cry1Ac** cotton in southcentral **USA** (Tabashnik et al., 2008, 2009), and *H. armigera* to **Cry1Ac** cotton in **China** (Liu et al., 2010).

# Polémiques entre chercheurs américains

## Insect resistance to *Bt* crops: evidence versus theory

Bruce E Tabashnik<sup>1</sup>, Aaron J Gassmann<sup>1,2</sup>, David W Crowder<sup>1</sup> & Yves Carrière<sup>1</sup>

NATURE BIOTECHNOLOGY VOLUME 26 NUMBER 2 FEBRUARY 2008

Les auteurs ré analysent les données publiées (obtenues par d'autres auteurs) et concluent que *Helicoverpa zea* a développé une résistance au coton Bt aux Etats-Unis

## Field-evolved resistance to *Bt* toxin

William Moar<sup>1</sup>, Rick Roush<sup>2</sup>, Anthony Shelton<sup>3</sup>,  
Juan Ferré<sup>4</sup>, Susan MacIntosh<sup>5</sup>,  
B. Rogers Leonard<sup>6</sup> & Craig Abel<sup>7</sup>

VOLUME 26 NUMBER 10 OCTOBER 2008 NATURE BIOTECHNOLOGY



Contestent les conclusions de l'article antérieur. Pour eux, il n'y a pas d'évidence solide pour dire que *H. zea* est devenu résistant au coton Bt



# État des lieux pour la résistance aux toxines de *Bt*

**Table 3** Summary of the application of the three fundamental requirements of the ‘high-dose/refuge’ strategy to Cry1Ab maize and Cry1Ac cotton in the USA, and Bt crops and localities with documented (grey boxes) or suspected (light grey boxes) field resistance

Bt crop and locality	Pest	Recessive resistance (high dose) <sup>1</sup>	Resistance allele <0.001 <sup>2</sup>	Refuge <sup>1</sup>
Cry1Ab maize in USA	<i>Ostrinia nubilalis</i>	+	<0.0004	+
Cry1Ab maize in USA	<i>Diatraea grandiosella</i>	+	<0.0035	+
Cry1Ab maize in South Africa	<i>Busseola fusca</i>	–	?	–
Cry1F maize in Puerto Rico	<i>Spodoptera frugiperda</i>	–	?	–?
Cry1Ac cotton in USA	<i>Heliothis virescens</i>	+	0.0004	+
Cry1Ac cotton in USA	<i>Pectinophora gossypiella</i>	+	<0.0003	+
Cry1Ac cotton in USA	<i>Helicoverpa zea</i>	–	?	+
Cry1Ac cotton in India	<i>P. gossypiella</i>	+	?	–?
Cry1Ac cotton in China	<i>Helicoverpa armigera</i>	+/-	?	–?

<sup>1</sup>‘+’ = meets the requirement of the ‘high-dose/refuge’ IRM strategy; ‘–’ = does not meet the requirement; ‘+/-’ = meets the requirement in the vegetative plant stages but not for the reproductive stages; ‘?’ = information is unavailable.

<sup>2</sup>Bt resistance allele frequencies are based on Bourguet et al. (2003) for *O. nubilalis*, Huang et al. (2007a) for *D. grandiosella*, Blanco et al. (2009) for *H. virescens*, and Tabashnik et al. (2006) for *P. gossypiella*. Inequalities provide upper range of the 95% credibility interval for *O. nubilalis* and *D. grandiosella*, and a 95% confidence interval for *P. gossypiella*. The value for *H. virescens* is an expected frequency.

ENTOMOLOGICAL EXPERIMENTALIS ET APPLICATA

## MINI REVIEW

### Success of the high-dose/refuge resistance management strategy after 15 years of Bt crop use in North America

*Entomologia Experimentalis et Applicata*,  
2011, 140, 1-16

Fangneng Huang<sup>1\*</sup>, David A. Andow<sup>2</sup> & Laurent L. Buschman<sup>3</sup>

# Comment gérer (retarder) la résistance ?

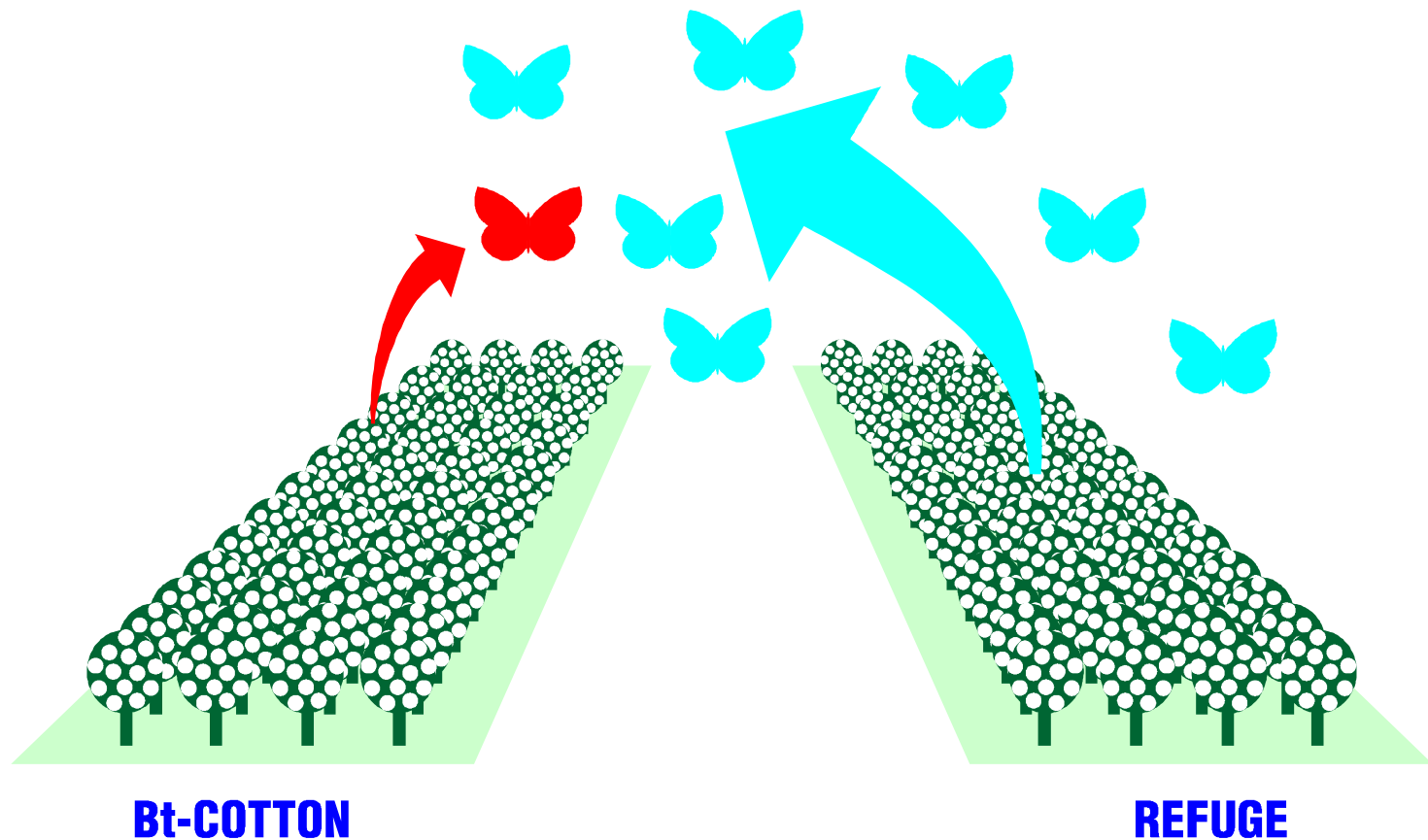
La stratégie “Haute Dose- Refuge” (HDR) a été recommandée dès le début pour gérer la résistance attendue des ravageurs-cibles aux toxines de *Bt*

- Tuer les individus hétérozygotes RS
- Favoriser une “dilution” des gènes de résistance

Qu'est-ce qu'un “Refuge” ?

“**Refuge**” = espoir de croisements entre individus sensibles et résistants

# Principe du refuge dans le cas du cotonnier



# Stratégie de gestion de la résistance aux toxines de *Bt*

## Les recommandations actuelles

- 5 % aire cultivée avec variété conventionnelle (non-Bt) non traité chimiquement
- 20 % aire avec variété conventionnelle traitée mais pas avec des biopesticides à base de Bt
- 5 % aire avec variété conventionnelle traitée mais pas avec des biopesticides à base de Bt (cas de Bollgard II)



# Exemples de refuges en Australie



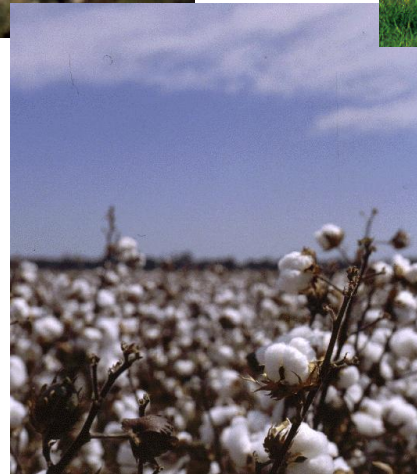
Coton traité 100 ha



Maïs 20 ha



*Cajanus cajan* 5 ha



Coton non traité  
10 ha



Sorgho 15 ha

# Le succès de cette stratégie dépend de considérations théoriques:

1. Du caractère « récessif » du gène qui confère la résistance
2. De la fréquence initiale des allèles de resistance aux toxines (doit être faible)
3. D'une bonne mobilité des adultes dans la zone des plants transformés (toxiques)- faciliter les croisements
4. De l'accouplement au hasard entre les adultes

# Questions ERA

- Persistance, Flux de gènes ? (intra-, inter-)
- Transferts Plante Microorganismes ? (inter-)
- Impact sur Organismes Cibles ?
- **Impact sur Organismes Non Cibles ?**
- Impact sur la conduite de la culture....?
- Impact sur les processus biochimiques ?
- Impact sur la santé humaine et animale ?

# Réponses d'ordre plutôt «technique»

Quid du transfert de gènes, à la fois aux niveaux intra- et interspécifiques?

Avenir des OGM (seconde et troisième générations) compte-tenu: (1) des oppositions aux OGM en général (2) d'une rentabilité moindre pour les entreprises capables de les développer à grande échelle (pas d'intrants associés)?

**Les OGM peuvent ils être une réponse à l'érosion de la biodiversité?**

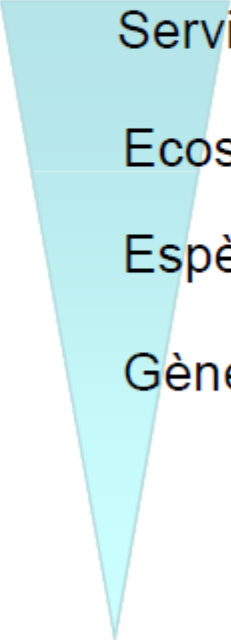
Co-existence avec une agriculture basée sur un réseau de type « semences paysannes »?



De quelle biodiversité parle-t-on ?

## La biodiversité comprend différents niveaux

Il est indispensable de préciser lequel est concerné par la question d'un impact éventuel des OGM sur la biodiversité.



Services rendus par la nature (services écosystémiques)

Ecosystèmes (réseaux, interactions), paysages

Espèces sauvages, espèces/varétés cultivées

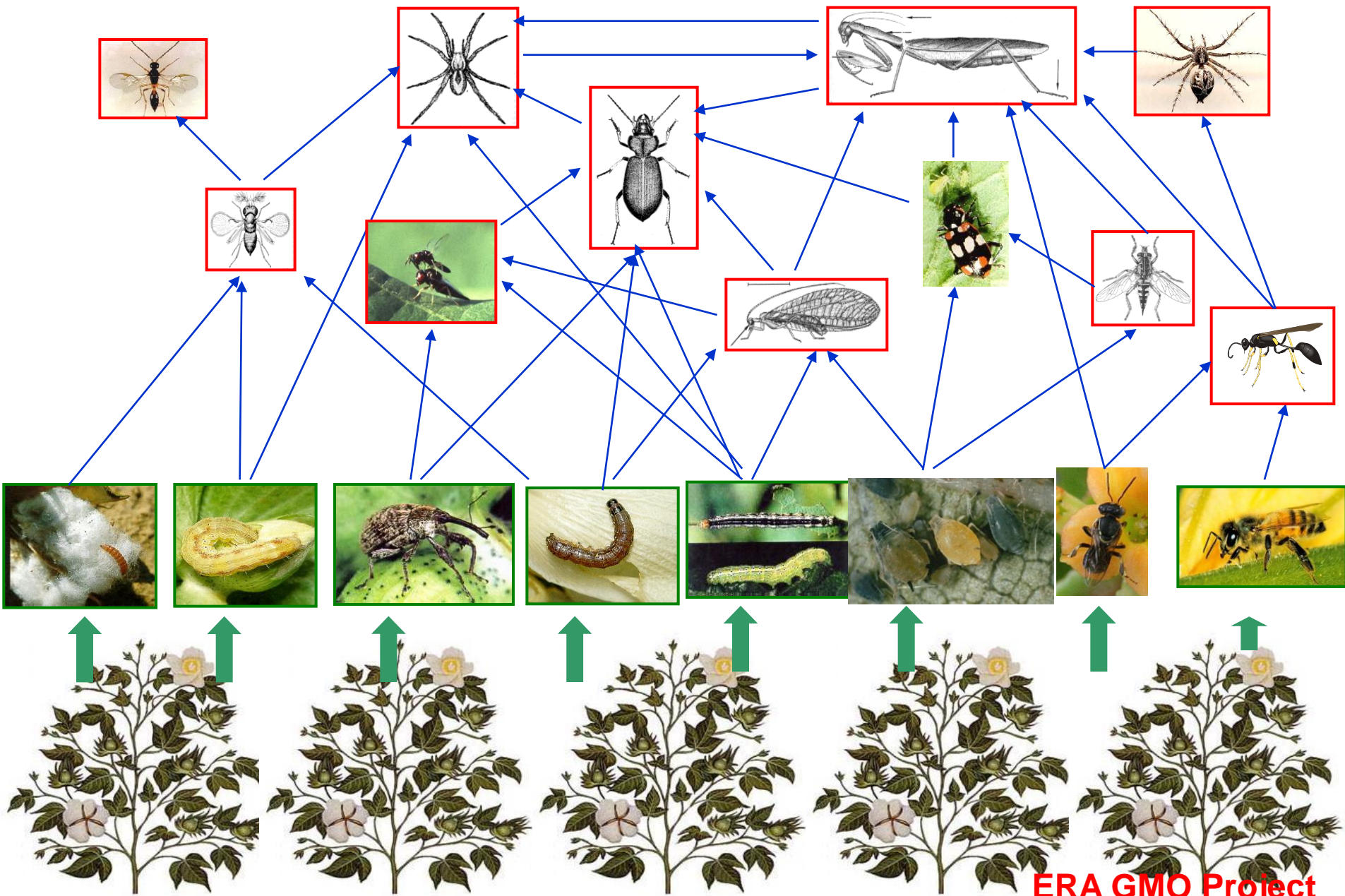
Gènes (= support des caractères héréditaires) :

- nombre de gènes dans une espèce
- nombre de versions (allèles) d'un gène dans une espèce

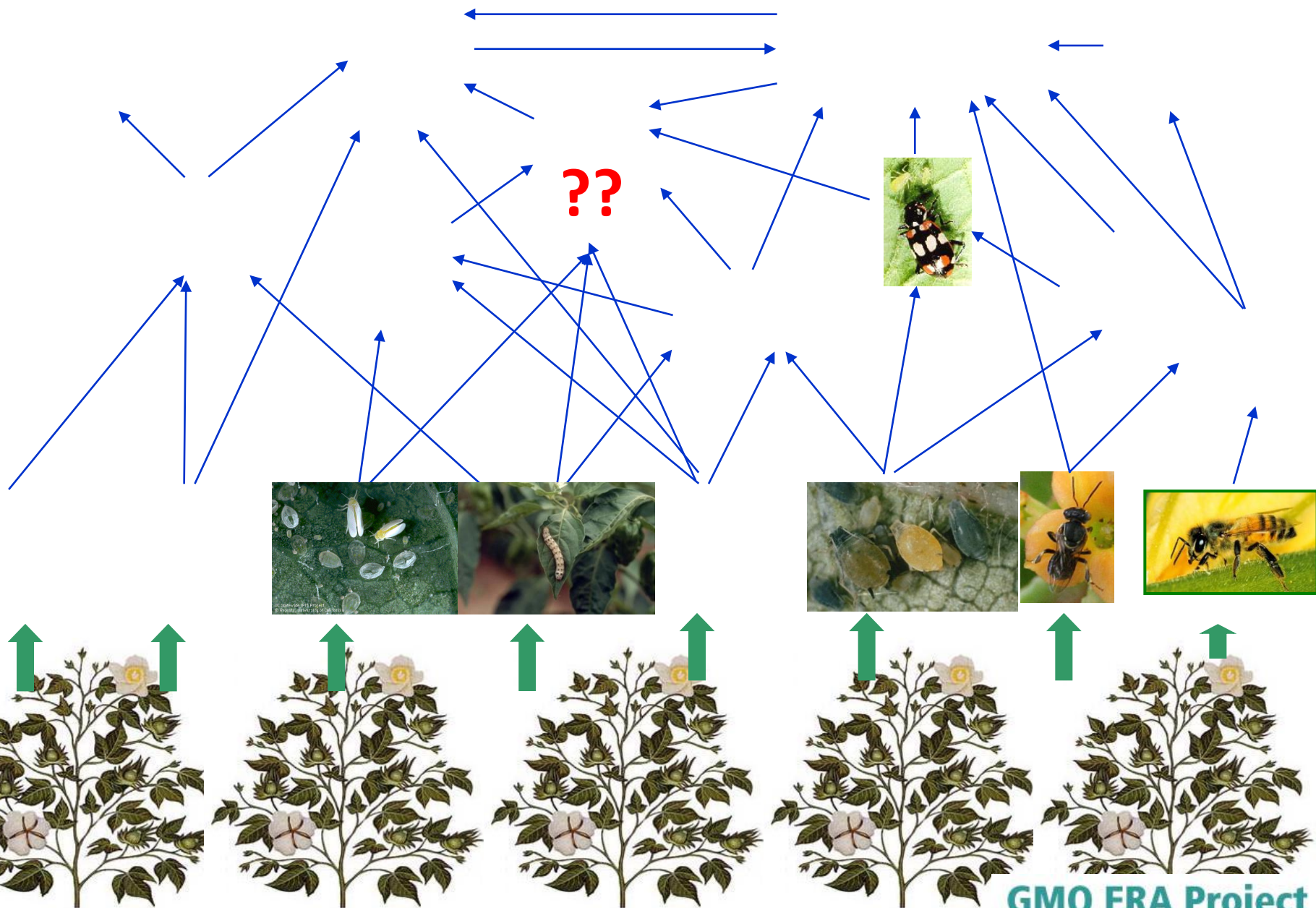
Source: Marcel Kuntz: OGM: quel impact sur la biodiversité ?

[www.marcel-kuntz-ogm.fr](http://www.marcel-kuntz-ogm.fr)

# Un réseau trophique complexe



# Quid de certaines relations trophiques ?





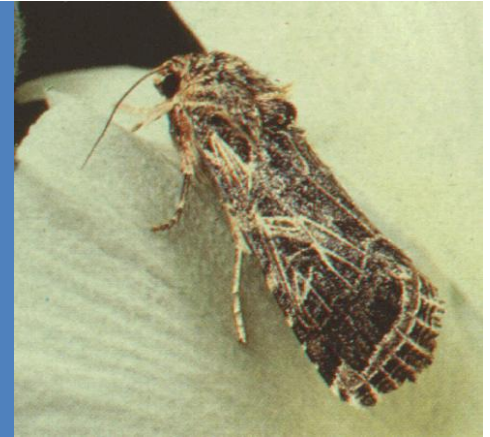
Avec le cotonnier Bt (**Cry1Ac**)

Nouveaux ravageurs signalés

## Chenilles

*Spodoptera litura* (Chine, Asie, Australie)

*Spodoptera eridania*, *Pseudoplusia includens*  
(Brésil)





# Présence de Miridae et d'autres punaises...



# Qui sont les ONC ?

(Organismes Non-Cibles)

Country	Organism	Species	Location	Experimental variable	Crop	Event (Protein)	Comparison Type	Effect	Reference
Germany	enchytraeids	<i>Enchytraeus albidus</i>	laboratory	survival, reproduction	Corn	Bt11 (Cry1Ab), MON88017 (Cry3Bb1)	no-choice diet of Bt or non-Bt near isoline	no significant differences for Cry3Bb1; significantly higher survival and significantly lower reproduction for Cry1Ab, likely to be caused by differences in plant components	117
US	soil microbes		field	microbial community function by quantification of extracellular enzymes	Corn	MON863 (Cry3Bb1)	Bt, non-Bt near isoline with insecticide, untreated non-Bt near isoline	no appearance of adverse effects on saprophytic microbial communities of soil and decaying roots or on decomposition	118
Portugal	soil microbes		field	numbers of culturable aerobic bacteria, activity of dehydrogenase and nitrogenase enzymes and ATP content	Corn	event 176 (Cry1Ab), MON810 (Cry1Ab)	Bt and non-Bt near isoline	the presence of Bt maize did not cause, in a general way, changes in the microbial populations of the soil or in the activity of the microbial community	119
US	earthworms	<i>Aporrectodea caliginosa</i> , <i>Aporrectodea trapozoides</i> , <i>Aporrectodea tuberculata</i> , <i>Lumbricus terrestris</i>	field	biomass of juveniles and adults	Corn	Bt11 (Cry1Ab), MON810 (Cry1Ab), MON863 (Cry3Bb1)	MON810 and non-Bt near isoline, MON863 and non-Bt near isoline with and without insecticide seed treatment	no significant differences in biomass of juveniles and adults	120
China	earthworms	<i>Eisenia fetida</i>	laboratory	acute toxicity, weight, SOD activity, growth and reproduction	Cotton	GK19 (Cry1Ac)	no choice diet of Bt or non-Bt parent line, insecticide treated soil and sterile manure controls	no significant acute toxicity; average weight, numbers of cocoons and new offspring not significantly different	121
US	soil microbes		field	number of culturable bacteria, carbon substrate utilization, total soil DNA	Corn	MON810 (Cry1Ab)	Bt and non-Bt near isoline	altered functional activity *substrate metabolism) and structure of microbial communities, attributed to higher lignin content of Bt variety	122
Switzerland	soil meso- and macrofauna	Collembola, Acari and Ciliellata	field	number of extracted organisms	Corn	MON810 (Cry1Ab), Bt11 (Cry1Ab), MON88017 (Cry3Bb1)	Bt and non-Bt near isoline	corn varieties had no impact on the soil fauna community	123

Ref.: Carpenter, 2011.  
Impacts of GM crops on biodiversity.

[www.landesbioscience.com](http://www.landesbioscience.com)

(155 références)

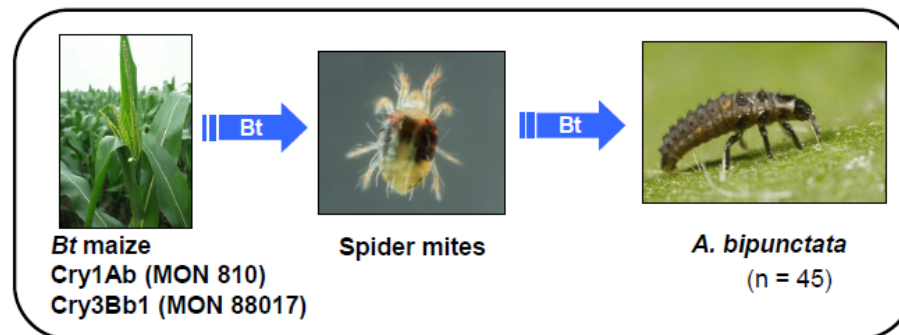
# Des études de laboratoire pour le suivi de la toxine

Transgenic Res (2011) 20:467–479  
DOI 10.1007/s11248-010-9430-5

ORIGINAL PAPER

## Laboratory toxicity studies demonstrate no adverse effects of Cry1Ab and Cry3Bb1 to larvae of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): the importance of study design

Fernando Álvarez-Alfageme · Franz Bigler ·  
Jörg Romeis



### Measurement endpoints:

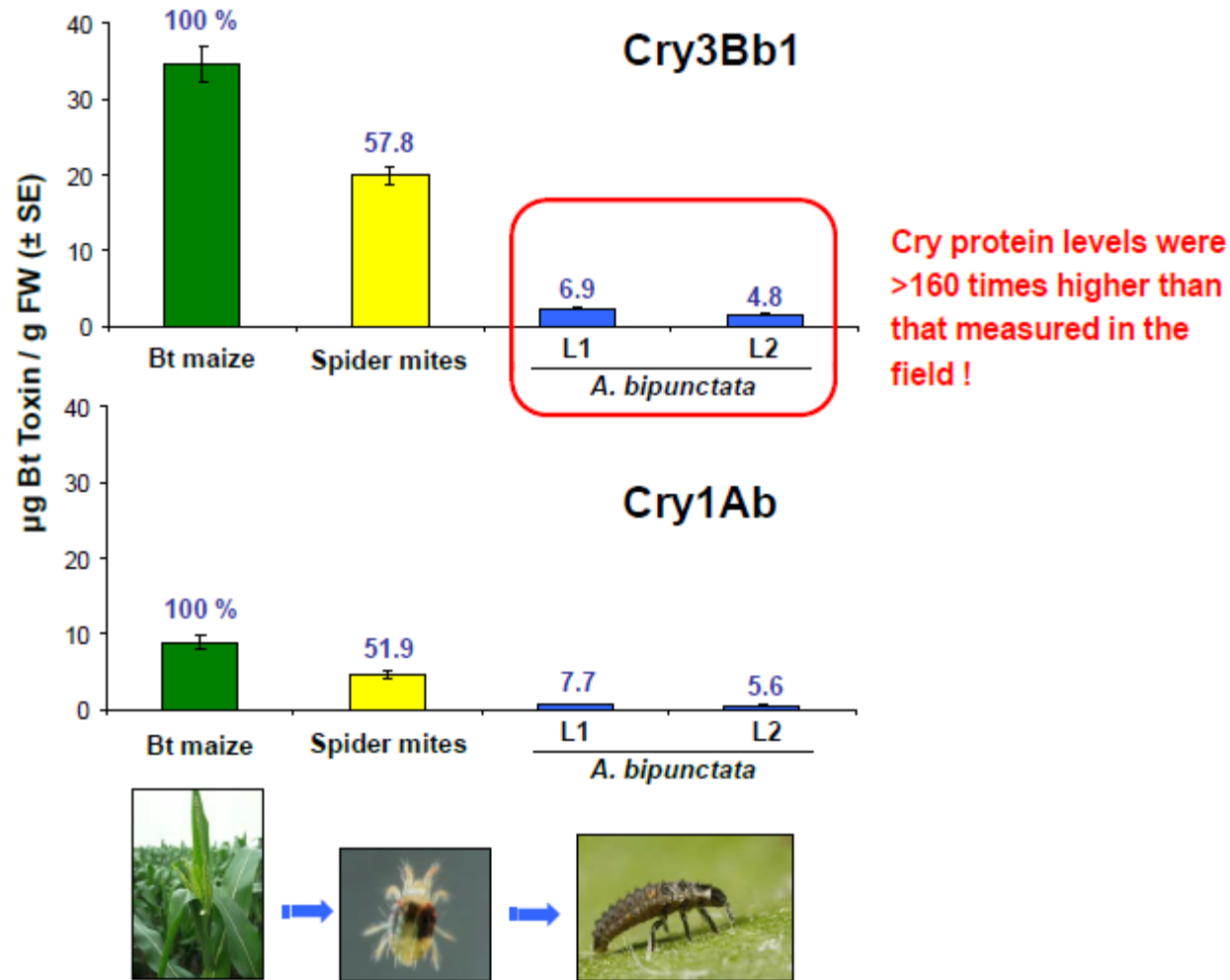
- Development time (neonate to L3)
- Larval mortality
- Larval dry weight (L3)

### Confirmation of exposure:

ELISA of plant and insect material

No adverse effects detected

# Cry protein transfer: laboratory





# Des études au champ montrant des effets positifs

## Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services

Yanhui Lu<sup>1</sup>, Kongming Wu<sup>1</sup>, Yuying Jiang<sup>2</sup>, Yuyuan Guo<sup>1</sup> & Nicolas Desneux<sup>3</sup>

Nature, 2012

## Areawide Suppression of European Corn Borer with Bt Maize Reaps Savings to Non-Bt Maize Growers

W. D. Hutchison,<sup>1\*</sup> E. C. Burkness,<sup>1</sup> P. D. Mitchell,<sup>2</sup> R. D. Moon,<sup>1</sup> T. W. Leslie,<sup>3</sup> S. J. Fleischer,<sup>4</sup> M. Abrahamson,<sup>5</sup> K. L. Hamilton,<sup>6</sup> K. L. Steffey,<sup>7†</sup> M. E. Gray,<sup>7</sup> R. L. Hellmich,<sup>8</sup> L. V. Kaster,<sup>9</sup> T. E. Hunt,<sup>10</sup> R. J. Wright,<sup>11</sup> K. Pecinovsky,<sup>12</sup> T. L. Rabaey,<sup>13</sup> B. R. Flood,<sup>14</sup> E. S. Raun<sup>15‡</sup>

www.sciencemag.org SCIENCE VOL 330 8 OCTOBER 2010

## Suppression of Cotton Bollworm in Multiple Crops in China in Areas with Bt Toxin Containing Cotton

Kong-Ming Wu, *et al.*

*Science* **321**, 1676 (2008);

DOI: 10.1126/science.1160550

# **D'autres effets pas forcément prévus**

- Les plantes transgéniques deviennent des 'mauvaises herbes'

# Exemple: tolérance aux herbicides

Controlar tigueras em rotação de culturas

Le gène de tolérance  
aux herbicides est  
utilisé comme gène  
marqueur de la  
transformation



Le cotonnier Bt repousse (plante-  
hôte des pucerons en intersaison)

Source: W.J. dos Santos, congrès coton, Brésil, 2009

# Quel impact sur la biodiversité ?

[www.marcel-kuntz-ogm.fr](http://www.marcel-kuntz-ogm.fr)

## Conclusions

- Il faut se rappeler qu'il existe différents niveaux de biodiversité et différentes plantes « génétiquement modifiées » (PGM).
- « **Quel impact des OGM sur la biodiversité ?** » est une question trop large :
  - Il faut examiner les PGM au cas par cas.
  - Il faut savoir de quel niveau de biodiversité on parle.



# Quel impact sur la biodiversité ?

[www.marcel-kuntz-ogm.fr](http://www.marcel-kuntz-ogm.fr)

## Conclusions (suite)

- examiner au cas par cas :  
Quelle PGM ? cultivée où ? accompagnée de  
bonnes pratiques agricoles ? ou pas ? en  
remplacement de quelles autres pratiques ?
- quel niveau de « biodiversité » ?  
des écosystèmes ? des espèces ? des populations ?  
des espèces/variétés de plantes cultivées ? des  
versions de gènes dans une espèce ? ou encore des  
services écologiques ?

# Réponses d'ordre plutôt «socio-économique»

Quid du transfert de gènes, à la fois aux niveaux intra- et interspécifiques?

Avenir des OGM (seconde et troisième générations) compte-tenu: (1) des oppositions aux OGM en général (2) d'une rentabilité moindre pour les entreprises capables de les développer à grande échelle (pas d'intrants associés)?

Les OGM peuvent ils être une réponse à l'érosion de la biodiversité?

**Co-existence avec une agriculture basée sur un réseau de type « semences paysannes »?**

# Co-existence: des références

## Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union. A review

Yann DEVOS<sup>1\*</sup>, Matty DEMONT<sup>2,3</sup>, Koen DILLEN<sup>3</sup>, Dirk REHEUL<sup>1</sup>, Matthias KAISER<sup>4</sup>, Olivier SANVIDO<sup>5</sup>

*Agron. Sustain. Dev.* 29 (2009) 11–30

## Coexistence Between GM and Non-GM Maize Crops – Tested in 2004 at the Field Scale Level (Erprobungsanbau 2004)

W. E. Weber, T. Bringezu, I. Broer, J. Eder, and F. Holz

*J. Agronomy & Crop Science* 193, 79—92 (2007)

## Un état de coexistence du soja transgénique et conventionnel au Paraná, Brésil

Michel Fok<sup>1</sup>, Jean-Louis Le Guerroué<sup>2</sup>, Pasquale Lubello<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Economie Rurale*, N° 320 nov-déc. 2010, pp. 53-68

JRC Scientific and Technical Reports



## European Coexistence Bureau (ECoB)

**Best Practice Documents  
for coexistence of genetically modified crops  
with conventional and organic farming**

2010

**1. Maize crop production**

# Co-existence: des références

Altieri, M.A. 2005. The myth of coexistence: why transgenic crops **are not compatible** with agroecologically based systems of production.

*Bulletin of science, technology & society*, 25 (4), 361-371.

1. **Structural variables** describing the characteristics of the agroecosystem (cropping systems, landscapes, meteorology, crop management) influencing gene flow.
2. **Organizational variables** of farming operations and grain collection, storage and distribution, explaining how they adapt to certain constraints and rooms for manoeuvre.
3. **Characteristics of the introduction of GMOs.**  
Coexistence implementation also depends on market conditions (relative prices of GM and non-GM products), on considered thresholds (which can differ from what is required by regulation, e.g., specific market requirements) and on traits (some traits – e.g. *Bt* traits which require refugia areas – may facilitate or constrain certain types of coexistence measures).

Projet  
**SIGMEA**



# Sommaire

Introduction: les OGM dans le monde

Le sélectionneur

L'entomologiste

**Une confrontation inéluctable (dans le monde des Suds) ?**

Conclusions

# Les pays du Sud sont souvent demandeurs

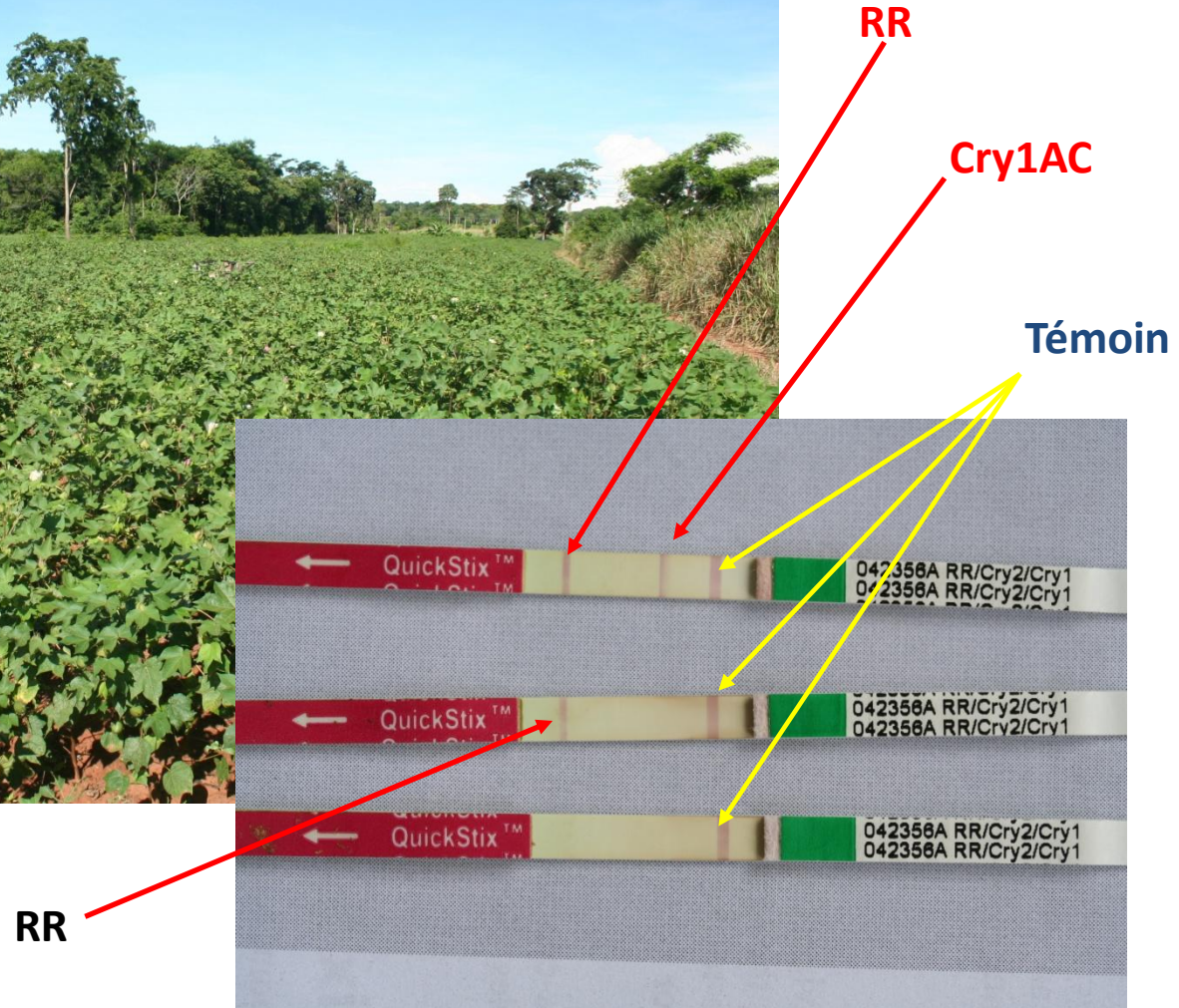


Essai de comparaison de cotonniers Bt – non-Bt au Paraguay

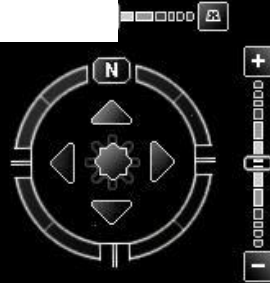
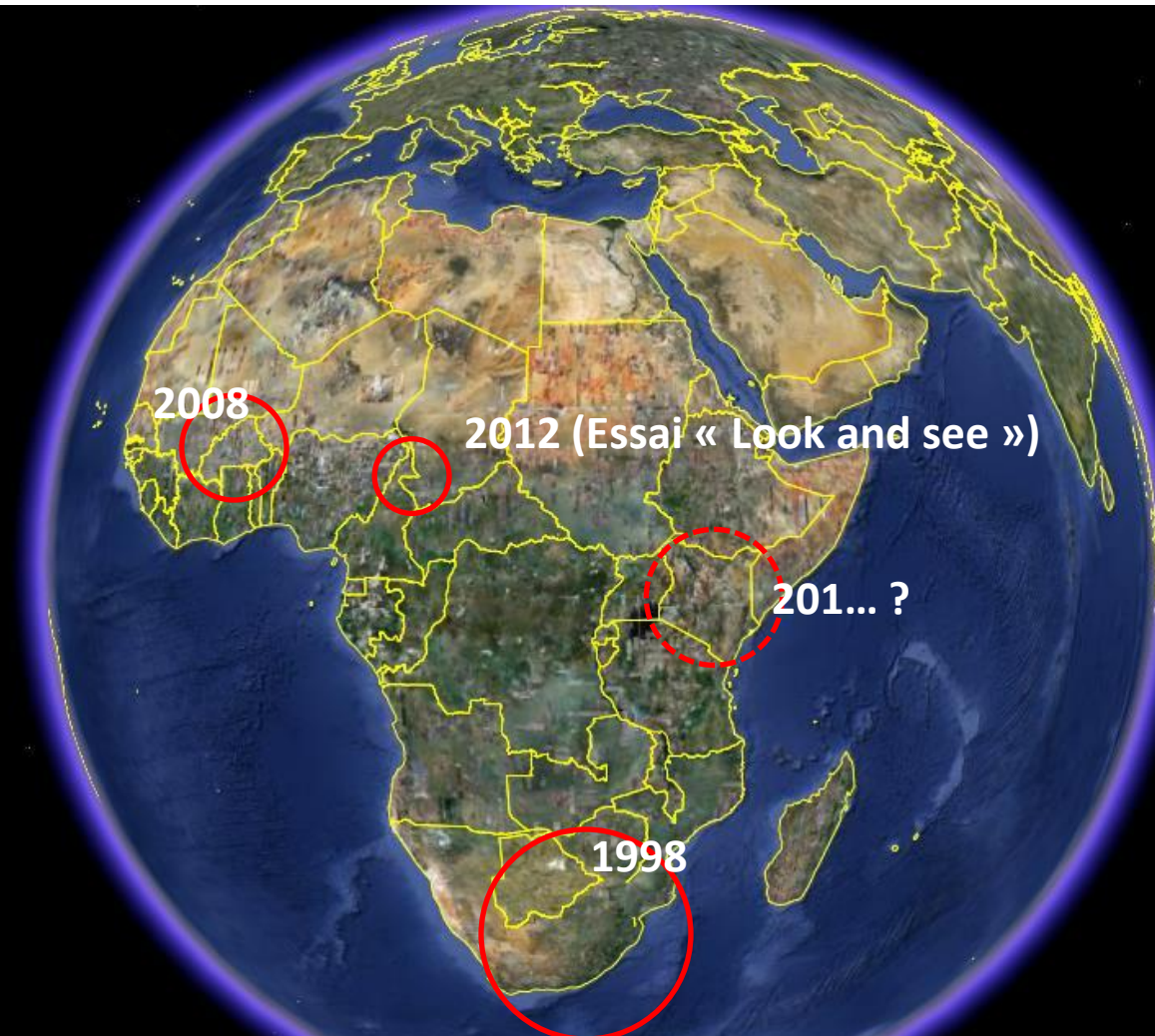


# Risque très probable de mélange de semences

Situation au Paraguay (janvier 2007)



# La situation des cotonniers Bt en Afrique



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
© 2010 Tele Atlas  
US Dept of State Geographer  
© 2010 Europa Technologies

©2007 Google™

Pointeur 3°18'18.39" N 29°42'12.48" E élév. 3269 ft

Mise au point ||||| 100%

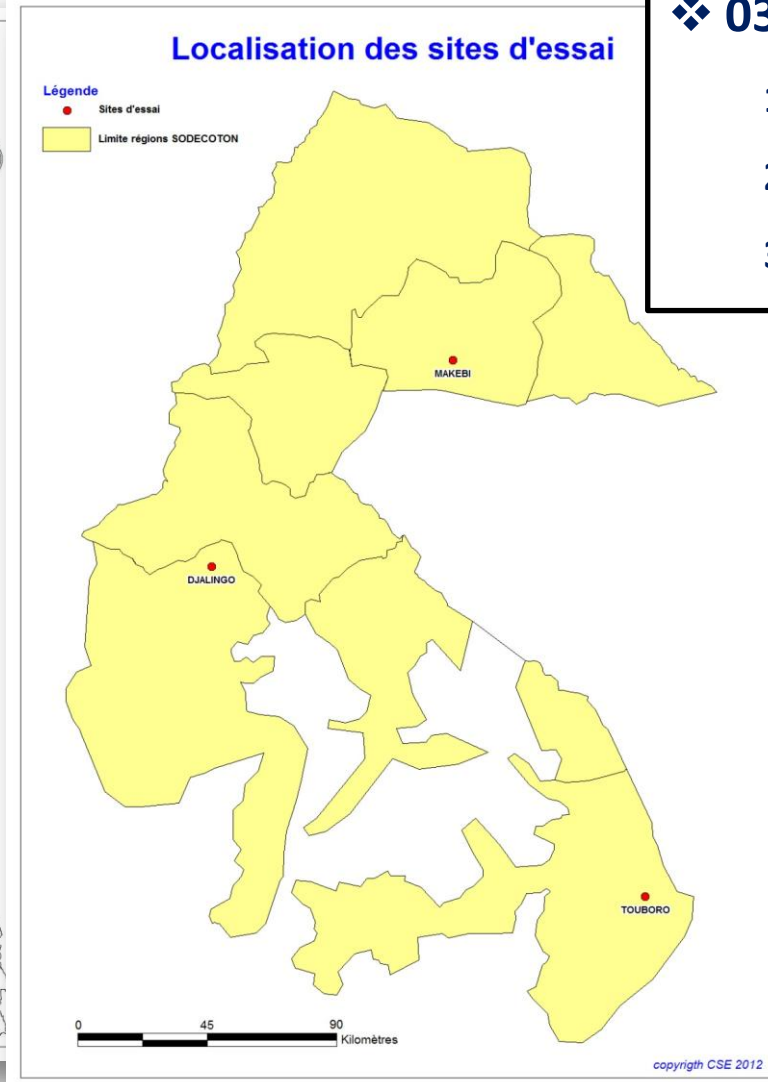
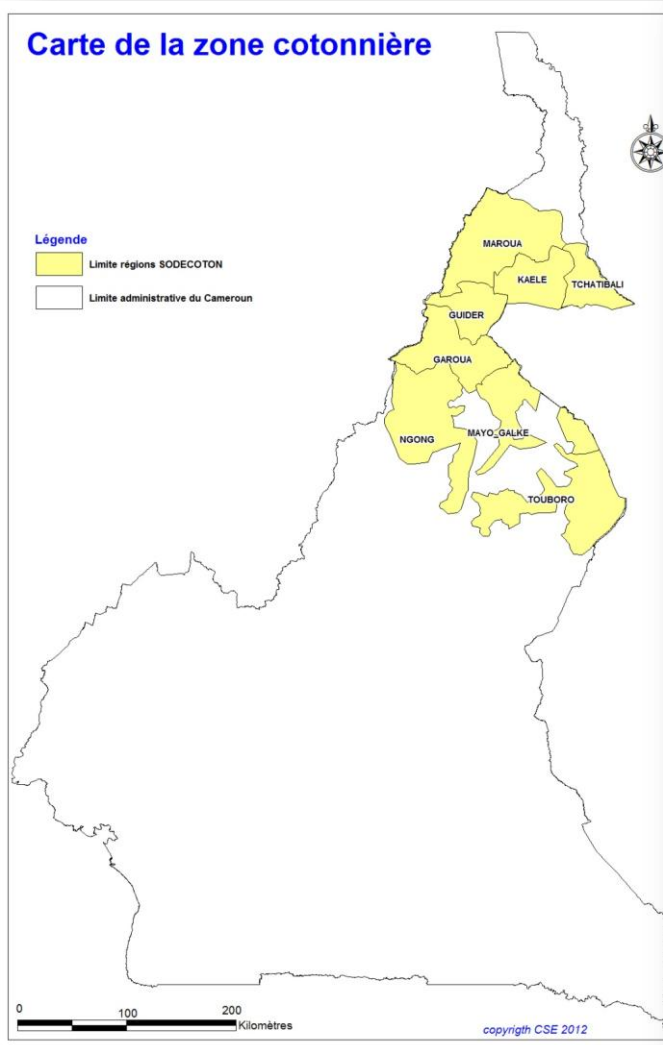
Altitude 8539.65 mi



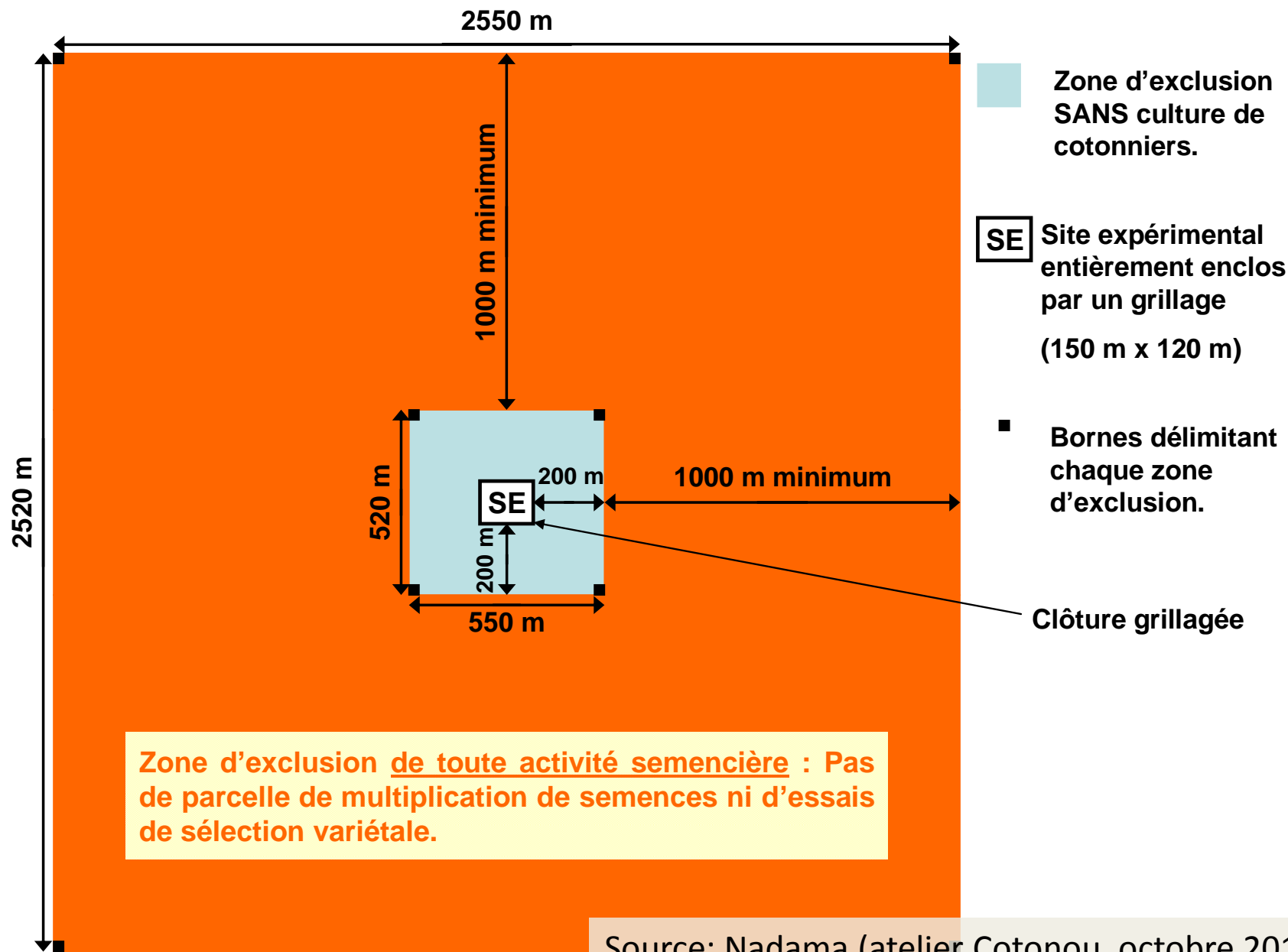
# 2012: Premiers essais en conditions contrôlées avec coton Bt (Cry1Ab, Cry2Ae) au Cameroun

## ❖ 03 sites d'essai

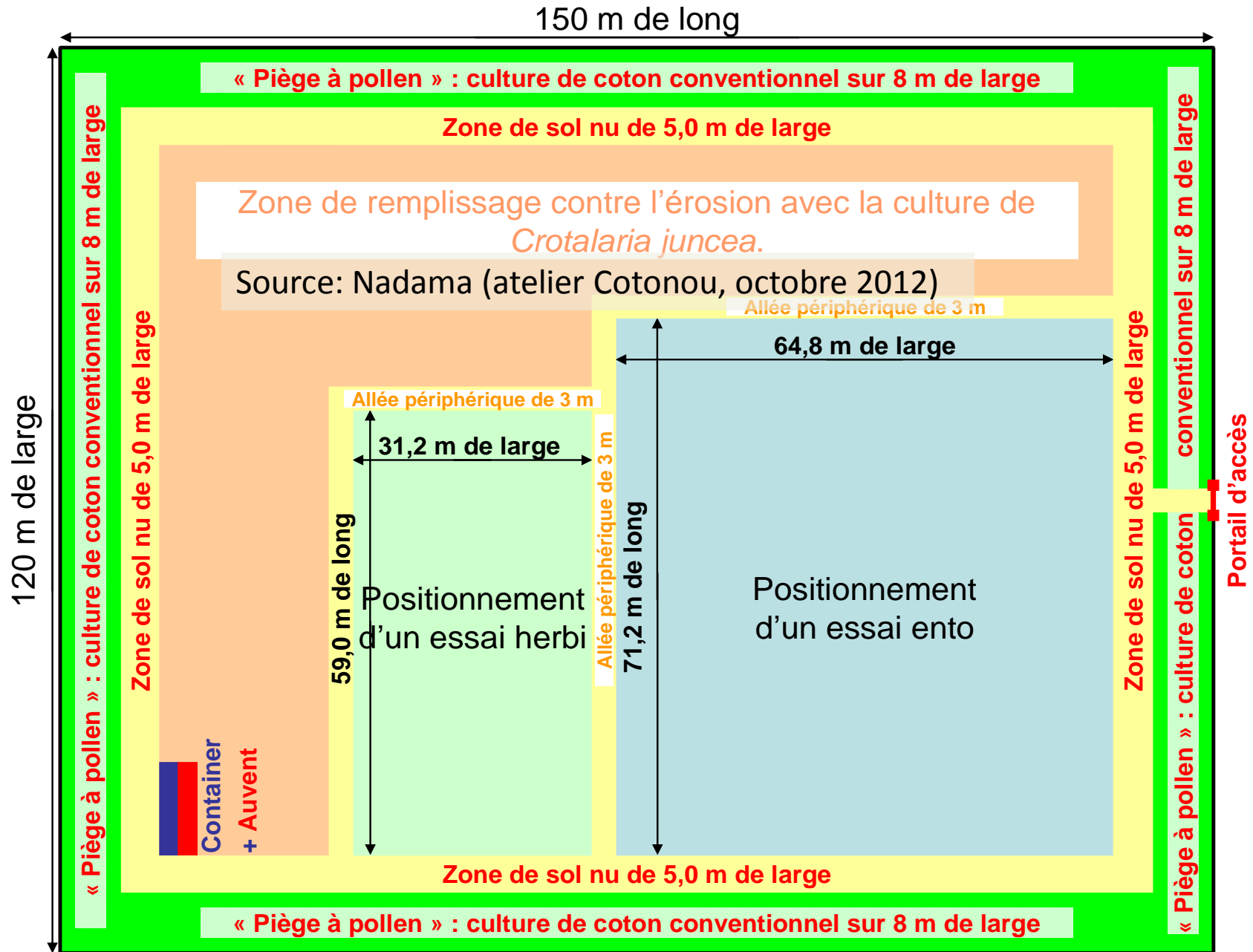
1. Makébi
2. Djalingo
3. Touboro



# Isolement des sites



# Confinement des essais





# Information et sensibilisation des populations



Source: Nadama (atelier Cotonou, octobre 2012)



# Réponses d'ordre plutôt «socio-économique»

Quid du transfert de gènes, à la fois aux niveaux intra- et interspécifiques?

**Avenir des OGM (seconde et troisième générations) compte-tenu: (1) des oppositions aux OGM en général (2) d'une rentabilité moindre pour les entreprises capables de les développer à grande échelle (pas d'intrants associés)?**

Les OGM peuvent ils être une réponse à l'érosion de la biodiversité?

Co-existence avec une agriculture basée sur un réseau de type « semences paysannes »?

# Exemple d'impact au sud

21/09/12

LE JOURNAL DES DECIDEURS

• **Eco-Une**

**L'économiste** | **3**

---

## Consommation d'aliments non tracés

### La mort dans nos assiettes !

Les aliments que consomme aujourd'hui le béninois lambda ne sont pas forcément les plus indiqués pour sa santé. En avalant tout et n'importe quoi dans la rue et même dans les ménages, il court de gros risques de santé. Les informations qui nous viennent de l'Occident sont alarmistes et donnent de bonnes raisons d'affirmer qu'il y a la mort dans nos assiettes.

• Christian Tchanou

Dans nos assiettes aujourd'hui, il y a de la volaille d'origine douteuse. Personne ne pouvant fermement certifier la qualité des céréales dont on s'est servi pour les nourrir. Même chose pour certaines viandes servies dans les supermarchés et autres boutiques de vivres frais. Des boîtes de conserve, de toutes sortes de toutes provenances, vendues aujourd'hui sur nos marchés sont moins rassurantes. Les saucisses et autres pâtes de viande ou de poisson servis dans les maquis et autres gargotes dans les villes du Bénin ont une traçabilité peu rigoureuse. Des fruits et légumes d'ori-

## Nouvelles polémiques autour des Ogm

### Une étude choc qui interpelle le Bénin

(Et si un 3ème moratoire intervenait)

La nouvelle a fait l'effet d'une bombe dans l'hexagone ces 24 heures. Des chercheurs français viennent de publier une étude choc sur les Ogm, mettant gravement en cause l'innocuité à long terme de maïs transgénique Nk 603. Le Bénin dont le deuxième moratoire s'achève en 2013, doit prendre très au sérieux cette nouvelle donne, de l'avis de plusieurs observateurs.

• C. T

La nouvelle fait grand bruit à Paris depuis peu, au point d'amener le premier ministre français à faire une déclaration urgente. «Si le danger de certains Ogm était vérifié, la France défendrait au niveau européen leur interdiction» n-t-il tempêté. Jean -Marc Ayrault a aussitôt demandé une procédure rapide, de l'ordre de quelques semaines, permettant de vérifier la validité scientifique de cette étude. La vive réaction du chef du gouvernement français tient de la publication d'une étude réalisée par des



DR

• **Mme le ministre, vigilance et responsabilité**

L'Etat a échoué, pour aboutir à la réalité qui aggrave les risques. C'est le fait que le Bénin



DR

• **Messieurs les ministres, la qualité des produits alimentaires sur le marché doit être certifiée**

moratoire (2002-2007), le gouvernement béninois a décidé de le renouveler pour cinq ans encore, à savoir de 2008 à 2013. Ce moratoire concerne notamment l'importation, la commercialisation, la consommation

ées par les Ogm. Le moratoire permet aussi au pays de prendre le temps de réflexion nécessaire à la prise de décision en toute connaissance de cause, dans le respect du "Principe de précaution"

Communication sur le risque

# Que disent/font les firmes ?

## Que dit la Recherche publique ? en Europe et ailleurs dans le monde ?

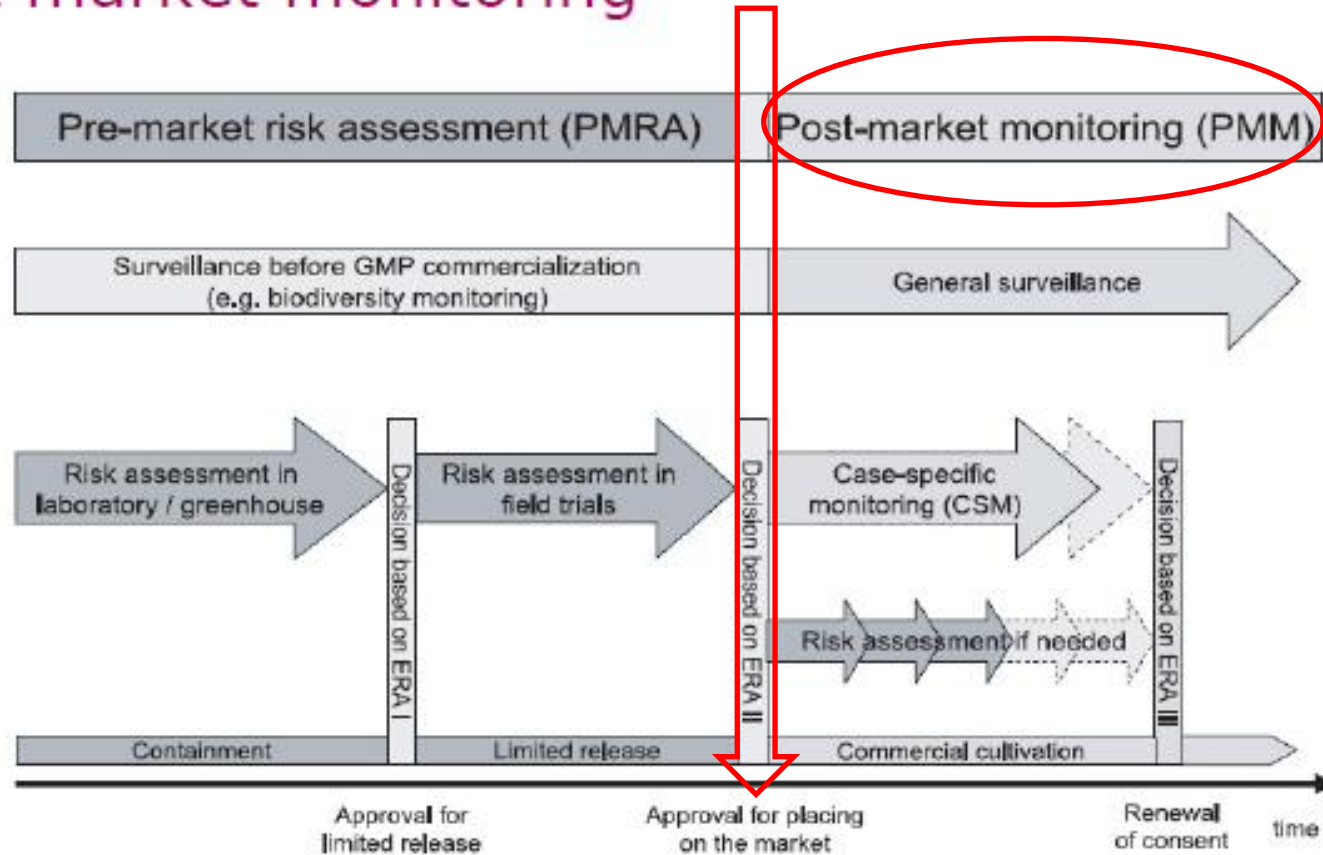
En Chine,...exemple du riz

De nouvelles questions de recherche seront posées:  
**quid des ravageurs** sur des  
**PGM tolérantes à la**  
**sècheresse ?**

Protéine(s) exprimé(s) dans les plantes	Insecte phytophage étudié		Références bibliographiques
Toxine	Famille	Espèce	
Cry1Aa	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Breitler et al., 2004; Gao et al., 2010
	Noctuidae	<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Gao et al., 2010
Cry1Ab	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Ghareyazie et al., 1997; Alinia et al., 2000; Ye et al., 2001a; Gao et al., 2010; Zhang et al., 2011
	Crambidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	Ghareyazie et al., 1997; Alinia et al., 2000; Ye et al., 2001a; Husnain et al., 2002; Kim et al., 2008
	Hesperiidae	<i>Parnara guttata</i> Bretner & Grey <sup>a</sup>	Shu et al., 2000
	Noctuidae	<i>Naranga aeneoscens</i> Moore <sup>a</sup>	Alinia et al., 2000
	Noctuidae	<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Gao et al., 2010
	Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée) <sup>a</sup>	Alinia et al., 2000; Shu et al., 2000; Husnain et al., 2002; Ye et al., 2003
	Pyralidae	<i>Herpetogramma licarialis</i> (Walker) <sup>a</sup>	Shu et al., 2000
	Pyralidae	<i>Marasmia patnalis</i> Bradley	Shu et al., 2000
Cry1Ac	Satyridae	<i>Mycalasis gotama</i> Moore <sup>a</sup>	Shu et al., 2000
	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Chen et al., 2006; Gao et al., 2010
	Crambidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	Nayak et al., 1997; Chen et al., 2008
	Hesperiidae	<i>Parnara guttata</i> Bretner & Grey <sup>a</sup>	Kim et al., 2009
	Noctuidae	<i>Mythimna separata</i> (Walker) <sup>a</sup>	Kim et al., 2009
	Noctuidae	<i>Naranga aeneoscens</i> Moore <sup>a</sup>	Kim et al., 2009
	Noctuidae	<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Han et al., 2006; Gao et al., 2010
	Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée) <sup>a</sup>	Kim et al., 2009
Cry1B	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Breitler et al., 2000, 2001, 2004
Cry1Ba	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Gao et al., 2010
Cry1Ba	Noctuidae	<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Gao et al., 2010
Cry1C	Crambidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	Tang et al., 2006; Ye et al., 2009
	Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée) <sup>(1)</sup>	Tang et al., 2006; Xu et al., 2011; Zheng et al., 2011
Cry1Ca	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Gao et al., 2010
Cry1Ca	Noctuidae	<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Gao et al., 2010
Cry1Ca1	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Zaidi et al., 2009
Cry1Ca1	Noctuidae	<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius) <sup>(1)</sup>	Zaidi et al., 2009
Cry2A	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Chen et al., 2008
	Crambidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	Maqbool et al., 1998; Chen et al., 2008
	Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée) <sup>(1)</sup>	Maqbool et al., 1998; Karim & Dean, 2000; Xu et al., 2011; Zheng et al., 2011
	Pyralidae	<i>Marasmia patnalis</i> Bradley	Karim & Dean, 2000
Cry1Ac/Cry2A	Crambidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	Bashir et al., 2005; Riaz et al., 2006
	Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée) <sup>(1)</sup>	Bashir et al., 2005; Riaz et al., 2006
Cry9C	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Chen et al., 2008
	Crambidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	Chen et al., 2008
Cry1Ab/Cry1Ac	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Ye et al., 2001b; Zhang et al., 2011
	Crambidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	Tu et al., 1998, 2000; Ramesh et al., 2004; Ho et al., 2006
	Noctuidae	<i>Naranga aeneoscens</i> Moore <sup>(1)</sup>	Ye et al., 2001b
	Noctuidae	<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Ye et al., 2001b
	Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée) <sup>(1)</sup>	Tu et al., 1998, 2000; Ye et al., 2001b; Xu et al., 2011
Cry1Ab/Cry1B	Crambidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	Ho et al., 2006
Cry1Ab/Cry9Aa	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Gao et al., 2011
	Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée) <sup>(1)</sup>	Gao et al., 2011
Cry1Ab/Vip3H	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Chen et al., 2010
	Noctuidae	<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Chen et al., 2010
Cry1Ac/CpTI	Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Zhao et al., 2004; Han et al., 2006; Zhang et al., 2011
	Noctuidae	<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Han et al., 2011
	Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée) <sup>(1)</sup>	Han et al., 2007

# Une phase 'sensible' de l'ERA ?

## Post market monitoring





# Exemple du maïs en Espagne

PLANES DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL  
DEL CULTIVO DE MAÍZ MODIFICADO GENÉTICAMENTE  
EN ESPAÑA



Qui paye ?



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

# Sommaire

Introduction: les OGM dans le monde

Le sélectionneur

L'entomologiste

Une confrontation inéluctable (dans le monde des Suds) ?

**Conclusions**

# Conclusions

- Le sélectionneur (et l'entomologiste, le phytopathologiste, le nématologiste...) sont (ou seront) très probablement amenés à prendre en considération les PGM
- Les recherches sont stimulées (et financées) par un sujet qui intéresse l'opinion publique (Vrai/faux ?). Ces recherches permettent d'approfondir le fonctionnement des gènes...et divers autres mécanismes (déplacement d'insectes e.g.)
- Les connaissances fondamentales ainsi acquises guident les choix futurs, apportent un éclairage scientifique dans les comités d'aide à la décision (Vrai/faux ?)
- Une analyse cas par cas est indispensable pour statuer de l'intérêt de tel ou tel PGM. Un suivi post libération est indispensable (*monitoring*) pour apprécier (entre autres variables) l'intérêt économique à long terme, l'évolution du complexe faunistique ou de la résistance aux toxines...
- Une vision holistique et une approche pluridisciplinaire sont nécessaires pour évaluer les risques et les impacts à différentes échelles (aspects réglementaires en plus des aspects scientifiques)

# Sans oublier la déontologie...

« Sagesse n'entre pas en âme malveillante et... science  
sans conscience n'est que ruine de l'âme »

Lettre de Gargantua à Pantagruel

« *Pantagruel, roy des Dipsodes* »

F. Rabelais, 1532

**S'appuyer sur les Avis des comités d'éthique et de déontologie ?**

**(Ex.: Cirad, OGM végétaux , 10 novembre 2005)**



# Pour en savoir plus....

## Écrits

- European Commission, 2010. A decade of EU-funded GMO research (2001-2010), 268 p. (50 projets résumés)
- Torres *et al.*, 2009. Transgenic cotton for sustainable pest management: a review. E. Lichtfouse (ed.) Organic farming, pest control and remediation of soil pollutants. 15-53.
- Cirad, Inra, IRD, 2011. Lignes directrices pour l'accès aux ressources génétiques et leur transfert, 59 p. (distribué)

## Sites web

- CERA (Center for Environmental Risk Assessment): <http://www.cera-gmc.org>
- [http://www.cera-gmc.org/index.php?action=gm\\_crop\\_database](http://www.cera-gmc.org/index.php?action=gm_crop_database) (liste PGM)
- EupobaBio (The European Association for BioIndustries): <http://www.europabio.org>

**Vidéos** très intéressantes (Perspectives COV, Convention internationale UPOV)

[http://www.inra.fr/audiovisuel/web\\_tv/colloque\\_50\\_ans\\_cov](http://www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/colloque_50_ans_cov)

(Colloque 1<sup>er</sup> février 2012, Paris)

# Exemple du maïs (Espagne)

*Phytoma*, la défense  
des végétaux, 2010,  
N°639

## **Maïs Bt en Espagne, douze ans déjà**

**Expérience acquise et travaux réalisés sur  
les risques de résistance des foreurs cibles  
et les effets sur les organismes non cibles**

**Pedro Castañera\*, Félix Ortego\*, Pedro Hernández-Crespo\*, Gema P. Farinós\*,  
Ramón Albajes\*\*, Matilde Eizaguirre\*\*, Carmen López\*\*, Belén Lumbierres\*\* et Xavier Pons\*\***

# Pour en savoir plus....

## Récent

- 12th International Symposium on Biosafety of GMO (ISBGMO), 16-20/09/2012, St Louis, Missouri USA (*Proceedings* attendus) (meetings issus du projet GMO RES COM)

## En cours

- Projet AMIGA (FP7): *Assessing and Monitoring the Impacts of GM plants on Agro-ecosystems* (<http://www.amigaproject.eu>) (1<sup>er</sup>/12/2012- 2015)

## A venir

- The future of plant biotechnology in Europe (seminar day: 7/11/2012)
- 6<sup>ème</sup> meeting IOBC/WPRS Working group 'GMOs in integrated plant production'. *Ecological impact of GMO*, 3-5 june 2013, Berlin, Germany (<http://www.iobc-wprs.org/pub/index.html>)



Revue issue de GMO RES COM

A large, leafy tree with a thick trunk stands in the foreground. A blue rectangular box is superimposed on the tree's canopy, containing the word "Discussion" in white. In the background, several large, conical piles of white, fluffy material, likely cotton, are visible. A bundle of dry sticks or branches lies on the ground in the lower right. The scene is set in a dry, open area with a clear sky.

# Discussion